

Janne Savela

Urheilutapahtuman reaaliaikainen videojaku verkossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

24.5.2015

Tekijä Otsikko	Janne Savela Urheilutapahtuman reaaliaikainen videojaku verkossa
Sivumäärä Aika	28 sivua 24.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Digitaalinen media
Ohjaajat	Lehtori Kauko Ojanen Lehtori Jonna Eriksson
<p>Insinööriyön tavoitteena oli selvittää, tutkia ja toteuttaa urheilutapahtuman suoratoistoa mahdollisimman pienellä budjetilla. Videokamerat lainattiin ammattikorkeakoululta, kuten myös tietokone, jolla liikkuvaa kuvaa saatiin lähetettyä suoratoistopalvelimelle. Työssä ei perehdytty suoratoistotekniikoihin tarkemmin, vaan tutkittiin live-lähetyksen perusedellytykset.</p> <p>Kaudella 2013–2014 miesten salibandyliigassa pelasi espoolainen salibandyseura, jonka kotipelejä kuvattiin Otahallilla. Projektin tavoitteena oli saada live-kuvaa internetiin, ja samalla piti huolehtia myös tapahtumaan paikan päälle saapuneiden katsojien urheilutapahtuman lisäarvon tuottamisesta näyttämällä pelin tilanteiden hidastuksia projektorikankaalta. Projektin tarkoituksena oli testata, voidaanko tätä ideaa kehittää eteenpäin ja saada pysyvä yhteistyö ammattikorkeakoulun ja seuran välille. Projektissa testattiin, miten seuran käyttämällä Youtube-kanavalla voisi lähettää ilmaisia lähetyksiä ja samalla testattiin myös, miten lähetyksiä voisi esittää maksullisen palvelun kautta.</p> <p>Vaikka yhtään lähetystä ei julkaistu yleisölle, voidaan todeta, että suoratoistolähetyksiä on mahdollista toteuttaa pienelläkin tuotantoryhmällä. Projektin aikana kävi ilmi, että vanhojen laitteiden kanssa kaikki palvelut eivät välttämättä toimi. Tarjolla olevien palveluiden avulla on mahdollista jakaa sisältöä joko ilmaiseksi tai halutun maksun hinnalla.</p>	
Avainsanat	suoratoisto, urheilutapahtuma, Youtube

Author Title Number of Pages Date	Janne Savela Streaming distribution of a live sport event 28 pages 24 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructors	Kauko Ojanen, Senior Lecturer Jonna Eriksson, Senior Lecturer
<p>Goal of this final year project was to investigate, explore and implement a sporting event streaming with a low-budget production. Video cameras were borrowed from the Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, together with a computer which sent a video signal to a streaming server. This thesis does not analyze streaming technologies in more detail, but goes through the basic requirements for a live stream.</p> <p>During the season 2013–2014, a floorball club from Espoo played in the men’s league, playing their home games in Otahalli. The aim was to broadcast live stream on the internet and at the same time show to on-site spectators the game highlights on the screen. This project was designed to test whether this idea can be further developed and to gain permanent cooperation between the university of applied sciences and the club. During the project, streaming was tested using free transmissions on Youtube channel. How the stream could be monetized using a paid service was also tested.</p> <p>Even if no transmissions was not published to the public, it can be said that it is possible to produce a live stream with a small production group. During the project it became clear that with old equipment new services do not necessarily work. With available services, it is possible to share content, either free of charge or at a desired price.</p>	
Keywords	streaming, sport event, Youtube

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Suoratoistolähetyksen edellytykset	2
2.1	Kuvaus urheilutapahtumassa	3
2.2	Suoratoistopalvelut	4
2.3	Videonjakelupalvelut	5
2.4	Tekniset vaatimukset	6
2.5	Tuotteen kaupallistaminen	7
3	Suoratoistovideo ja lähetystekniikat	9
3.1	Videokoodekit	9
3.2	Videoformaatti	11
4	Urheilutapahtuman lähetystuotanto	13
4.1	Tilaajan tarpeet	13
4.2	Projektin tavoitteet	14
5	Laitteisto ja välineet	16
5.1	Minimalistinen kokoonpano ja tv-kanavien kokoonpanot	16
5.2	Tuotantovälineistön kokoonpano	17
6	Tallennus ja editointi	18
7	Jatkokehitys	19
8	Yhteenveto	20
	Lähteet	22

Lyhenteet

CDN	<i>Content delivery network.</i> Koostuu useammasta palvelimesta, joita käytetään live streamien jakamisessa.
FTP	<i>File Transfer Protocol.</i> Kahden tietokoneen välinen tiedonsiirtonmenetelmä.
HD	<i>High-definition.</i> Videokuvan teräväpiirtolaatu.
HLS	<i>HTTP live streaming.</i> Applen kehittämä streamausmenetelmä.
SD	<i>Standard-definition.</i> Vakiopiirto eli standardipiirto, jota käytetään perinteisissä televisiolähetyksissä.
VOD	<i>Video-on-demand.</i> Ladattava bittimuotoinen tilausvideotiedosto.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on kokeilla, miten pienellä tuotantoryhmällä saadaan tuotettua suorja live-lähetyksiä streamausta käyttäen. Tavoitteena on tutustua kahteen eri palveluun, joiden avulla lähetyksiä esitetään yleisölle. Tilaajana on espoolainen salibandyseura, joka hakee lisäarvoa kotipeleihin.

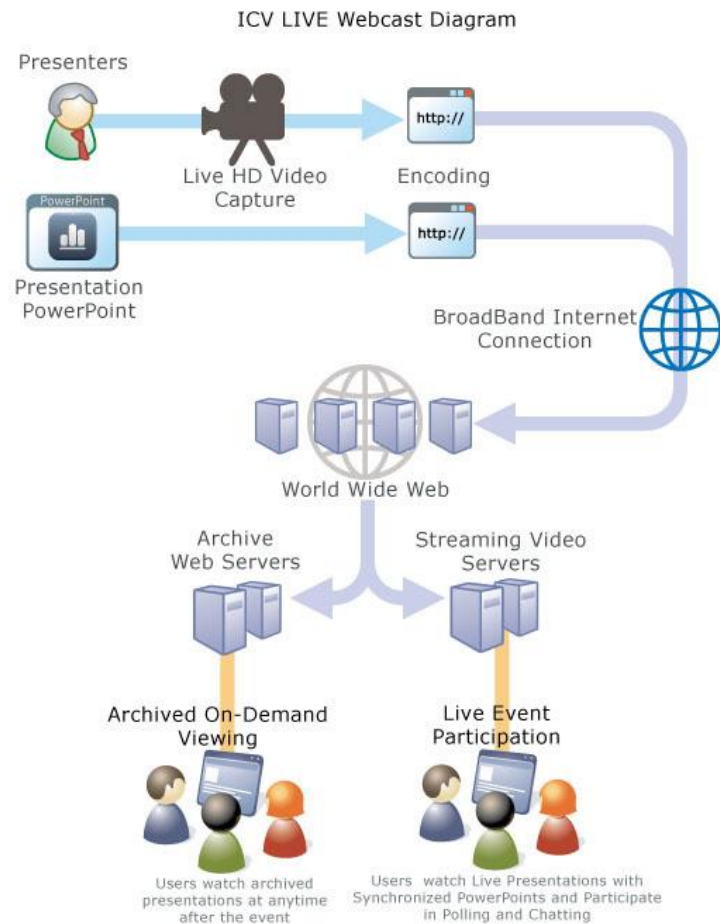
Suomalaiset televisiokanavat tarjoavat urheilun katselijoille laajan lajikirjon, ja lähetykset vaihtelevat ilmaisista lähetyksistä maksukanavapakettien urheilutarjontaan. Perinteisten kanavien, kuten antenni- ja kaapeliverkon, kautta jaettavien lähetyksien etuja ovat niiden jakelukanavien kaistanleveydet, jolloin kotikatsomoihin saadaan lähetettyä HD (High Definition) -kuvaa eli teräväpiirtokuvaa tavallisen SD (Standard Definition) -kuvan lisäksi. Perinteisten televisiolähetyksien heikkoutena on, että niitä ei voi katsella haluttuna hetkenä. Nykyajan kiireisen elämänrytmin takia kuluttajat haluavat itse päättää, milloin, missä ja miten lähetyksiä katselevat.

Tekniikan kehitys on mahdollistanut nopeat internetyhteydet, ja tämän seurauksena myös internetin sisältö on muuttunut. Iso osa internetissä liikkuvasta sisällöstä on nykyään videoita eli liikkuvaa kuvaa. Liikkuva kuva vaatii isoja tiedonsiirtonopeuksia, ja mitä laadukkaampaa kuva on, sitä suuremman osuuden internetyhteyden kaistasta se vie. Nykyään lähes jokainen, joka omistaa kannettavan tietokoneen, jossa on web-kamera ja yhteys verkkoon, voi tuottaa omaa materiaalia koko maailman nähtäville. Esimerkiksi ilmaiset videopalvelut, kuten Youtube ja Vimeo, ovat tunnettuja siitä että niiden sisältämä materiaali vaihtelee laidasta laitaan. Maksullisissa palveluissa taas on enemmän ominaisuuksia ja enemmän mahdollisuuksia tuottaa videomateriaalia. Suorien lähetyksien jakaminen palveluiden kautta onnistuu kätevästi kuukausi- tai vuosimaksua vastaan. Maksulliset palvelut mahdollistavat myös videomateriaalin säilytyksen, ja näin katsojat pääsevät katsomaan haluamiaan videoita myös suorien lähetyksien jälkeen. Jos lähetyksiä tehdään kaupallisessa mielessä, joissakin palveluissa lähetyksen tuottaja voi asettaa haluamansa hinnan sisällön katselukerralle. Katsojalla ei tarvitse olla tiettyyn kiinteistöön rajoittunutta laajakaistaa, vaan lähetyksiä voi katsoa hyvällä mobiiliyhteydellä.

2 Suoratoistolähetyksen edellytykset

Videokameroista tuleva pakkaamaton videosignaali vaatii paljon kaistaa signaalin siirtoa varten. Yleisesti käytetyissä videokameroissa käytetään 8-bittistä RGB-väriavaruutta (Red, Green Blue). RGB-signaali ei ole alkuperäisessä muodossa järkevä tapa esittää videosignaalia, joten se on kompensoitava ihmissilmälle miellyttävämmäksi. Ennen kuin kameroista tuleva kuva lähetetään palvelimelle koko maailman nähtäväksi, kuvasignaalin pitää mennä oikeanlaisen laitteiston ja ohjelmiston läpi, jossa se muunnetaan haluttavaan muotoon. Laitteistona toimii yleensä tarpeeksi tehokas tietokone ja ohjelmistona haluttavan lopputuloksen suorittava koodekki. (Laurila 2011.)

Suoratoistolähetystä eli streamia lähettävä laite ja ohjelmisto muodostavat kooderin, jolla määritellään yleisölle esitettävän videokuvan ominaisuudet. Kun kuvasignaali on muokattu lähetettävään muotoon, sisältö pitää saada jaettua yleisölle ympäri maailman, kuten kuvassa 1 esitetään. Tähän tarvitaan videonjakopalvelin ja jakeluverkko. Iso jakeluverkko tekee mahdolliseksi tuhansien katselijoiden katsoa samaa lähetystä yhtä aikaa ilman katkoja. Sisältö ladataan palvelimelle, josta se jaetaan jakeluverkon kautta yleisölle. Tämän jälkeen videokuvaa on mahdollista katsella URL-linkin kautta, jolla saa auki digitaalisesti pakatun videon. Näin videon voi julkaista haluamallaan internetsivulla tai jonkin toistopalvelun kuten Youtuben kautta. (Wilson 2007.)



Kuva 1. Videokuva suoratoistetaan katselijoille jakeluverkon kautta (What Is a Live Webcast and How to Stream? 2012).

Lähetyksiä katsovien ihmisten eli asiakkaiden pitää käyttää laitetta, joka on yhteydessä internetiin, jotta lähetyksen katsominen on mahdollista. Laitteen käyttämien ohjelmien on oltava ajan tasalla, jotta lähetyksen voi näkyä. Tietokoneilla lähetyksiä voi katsoa useilla eri internetselaimilla, jotka tukevat vastaanotettavan lähetyksen ominaisuuksia. Lähetyksiä on mahdollista katsoa myös tableteilla tai älypuhelimilla, joissa on tarvittavat sovellukset.

2.1 Kuvaus urheilutapahtumassa

Urheilulähetyksen tuotannossa keskeisintä on, mitä lajia kuvataan ja missä. Sisäpalloluuhalleissa ja jäähalleissa ei yleensä tarvitse välittää sillä hetkellä vallitsevasta

säätilasta, mutta sisätiloissa tilan määrä on rajattu, kun taas esimerkiksi jalkapallokentällä on runsaasti tilaa. Ennen kuin pelejä voidaan kuvata, pitää saada lajin liitolta lupa kuvata otteluita. Lajiliitot voivat myös vaatia ottelusta videokopiosta, jonka perusteella voidaan tarkastella ottelun tilanteita jälkikäteen.

Urheilulähetyksissä on yleisesti näytetty alkustudiota, jossa käydään läpi muun muassa pelaavien joukkueiden edellisiä pelejä ja ennakkoasetelmia tulevaan otteluun. Ennen peliä haastatellaan pelaajia tai valmentajia, joilta saadaan henkilökohtaisia mielipiteitä ennen ottelua. Grafiikoilla voidaan kätevästi esitellä joukkueiden pelaavat kokoonpanot ja muita tilastoja, esimerkiksi pistetilastoja tai sarjataulukkoja.

Otteluiden erätauot kestävät yleensä noin 15–20 minuuttia, ja niiden aikana lähetyksessä näytetään yleensä jotain muuta sisältöä lajiin tai sarjaan liittyen. Erätauon ajan lähetyksen sisältö voi olla kohokohtia aikaisemmista otteluista tai pelaajahaastatteluja.

2.2 Suoratoistopalvelut

Suoratoisto eli streaming on verkossa jaettavan materiaalin katselua joko reaaliaikaisesti tai jälkikäteen live-lähetyksen jälkeen. Menetelmästä voidaan käyttää myös nimitystä webcast. Lähetyksen aikaansaamiseksi tarvitaan suoratoisto-ohjelma, jonka kautta videota tai ääntä siirretään verkkoon. Sisältö pakataan ja lähetetään CDN-palvelimelle (Content Delivery Network), joka jakaa sisällön internetsivuille, tai ohjelmille joiden kautta lähetystä pystyy katsomaan. Sisältö on myös mahdollista tallentaa palvelimille, josta se on katseltavissa jälkikäteen niin sanottuna VOD-palveluna. (Wilson 2007.)

Suomessa kuluttajille on tarjolla useita kotimaisia suoratoistopalveluita, joista voi katsoa elokuvia, tv-sarjoja tai suoria lähetyksiä. Palveluista suurimpia ovat muun muassa Ruutu.fi (Sanoma), Katsomo.fi (MTV) ja Ylen Areena. Lähetyksiä on mahdollista katsoa lähes millä tahansa laitteella tai käyttöjärjestelmällä, kunhan siinä vain on internetyhteys. Nämä suoratoistopalvelut ovat hyvä vastine laittomille elokuvien ja sarjojen latauksille. Enää ei tarvitse ladata erillistä tiedostoa tietokoneelle tai mobiililaitteelle, jotta voisi katsoa haluamaansa videota, kun streamatessa videon data ladataan suoraan laitteen soittimeen.

Kotimaisia urheilulähetyksiä näytetään internetissä muutamilla eri sivustoilla. Vuonna 2014 suomalaisen teleoperaattori Anvian Watson-palvelu on näyttänyt kotimaisia salibandyotteluita kertamaksua vastaan (Watson 2014). Iltapäivälehti Ilta-Sanomien ISTV näyttää IS-Veikkaajan tilaajille suomalaista urheilua laidasta laitaan. Laajan lajikirjon ympäri maailmaa tarjoilee kotimainen VeikkausTV, jonka sisältö on ilmainen jokaiselle, jolla on tunnukset Veikkauksen sivuille ja pelitilillä rahaa. Kotimaisten palveluiden lisäksi Suomessa on tarjolla ulkomaisia sisällöntarjoajia. Sisältö koostuu niissä myös elokuvista, tv-sarjoista ja urheilusta. Yhtiöt ovat isoja, niillä on mahdollisuus tarjota uutta sisältöä nopeasti ja palvelut ovat maailmanlaajuisia. Yleisimpiä palveluita ovat muun muassa Netflix, HBO ja Viaplay. (Digitoday 2014.)

2.3 Videonjakelupalvelut

Insinöörityössä oli alun perin tarkoituksena tehdä otteluista live-lähetyksiä ja näyttää niitä seuran Youtube-kanavalla. Palvelua on helppo käyttää niin lähetyksen tekijän kuin katsojankin. Videoiden katselu katsojan näkökulmasta on helpottunut viimeisten vuosien aikana huomattavasti. Sellaiset palvelut kuin Youtube ja Vimeo tuovat valtavan määrän videoita katselijoiden saataville, ja niiden käyttö on helppoa. Youtube-palvelua ylläpitää Google, joka käyttää Adobe Flash Playeriä videoiden toistamiseen. Tämä videosoitin tiedostaa käyttäjän internetyhteyden nopeuden ja sen myötä säätelee videon laatua. Youtube käyttää HLS-tekniikkaa eli HTTP Live Streaming –tekniikkaa, joka jakaa toistettavan videon pieniin eri laatuisiin osiin ja videon edetessä lataa aina uuden osan. Videon alussa laitteelle ladataan metadatatiedosto, jossa on tietoa videon eri laaduista. (Webcastinc 2012.)

Käyttäjät haluavat nähdä ennen kaikkea sisältöä, joka ei pätki eikä vaadi käyttäjältä paljoa asetuksien muuttamista. Mitä nopeampi yhteys on, sitä parempi on kuvanlaatu, kuten taulukossa 1 on esitetty.

Taulukko 1. Youtube-kanavalla esitettävän sisällön tiedonsiirtokapasiteettivaatimukset (Google 2015).

Kuvanlaatu	Kuvakoko	Lähetysnopeus
1080p	1920 x 1080 pikseliä	3000 kbps–6000 kbps
720p	1280 x 720 pikseliä	1500 kbps–4000 kbps
480p	720 x 480 pikseliä	500 kbps–2000 kbps
360p	640 x 360 pikseliä	400 kbps –1000 kbps
240p	352 x 240 pikseliä	300 kbps–700 kbps

Soitin puskuroi välimuistiin jo tulevaa sisältöä, jotta katselu ei keskeydy siihen, että tulevaa kuvaa pitäisi odottaa. Suorissa lähetyksissä on lähtökohtaisesti jonkin verran viivettä, ja siten lähetyksen kuvanlaatu mukautuu katsojan yhteyden nopeuden mukaan. Katsojalla on kuitenkin mahdollisuus valita itse, minkä laatuista materiaalia katsoo, mutta esimerkiksi pienellä näytöllä ei tarvitse toistaa parasta mahdollista kuvanlaatua, jotta kuva näyttäisi selkeältä. (Google 2012, 2015c.)

2.4 Tekniset vaatimukset

Lähetyksen aikaansaamiseksi on täytettävä erilaisia vaatimuksia, jotta katselijat voivat nauttia virheettömästä palvelusta. Materiaalin tuottajan on otettava huomioon monia asioita, kun lähetyksen asetuksia määritellään, jotta lähetystä voisi katsella mahdollisimman monella eri laitteella. On otettava huomioon kaikki yleisimmät käyttöjärjestelmät: Windows, Mac OS X ja Android. HTML5-tekniikka on mahdollistanut

videoiden katselun yleisimmillä selaimilla käyttöjärjestelmästä riippumatta. Tämä edellyttää, että sekä käyttöjärjestelmä että selain ovat ajan tasalla.

Nykyajan tietoliikennetekniikka on mahdollistanut pääsyn internetiin mobiilisti lähes kaikkialta, eikä enää olla riippuvaisia kaapeleita pitkin tulevista laajakaistayhteyksistä. Lähetyksen vaatima osa lähettäjän internetyhteydestä riippuu siitä, kuinka korkealaatuista videomateriaalia ollaan lähettämässä enimmillään. Mitä laadukkaampaa materiaali on, sitä enemmän dataa ja sitä enemmän lähetykskaistaa tarvitaan. (Webcastinc.com 2012.)

2.5 Tuotteen kaupallistaminen

Tunnettujen palveluiden kuten Youtuben kautta on mahdollista saada lähetykselle hyvin näkyvyyttä palvelun laajan käyttäjäkunnan tai tunnettuuden takia. Youtubessa esitettävät videot ja lähetykset ovat kaikki ilmaisia katsojille, eikä palvelun käyttämisestä tarvitse maksaa mitään. Palvelussa on myös mahdollista lisätä mainoksia omiin materiaaleihin, jolloin esittäjä ansaitsee videon katselukertojen ja mainoksien klikkausten mukaan. Videon lataajan täytyy pitää huoli, että materiaali on katselijaystävällistä eli se ei saa sisältää väkivaltaa, alastomuutta tai jotain muuta, mikä ei ole hyväksi mainostettavalle tuotteelle tai yritykselle. Jotta mainoksia alkaa esiintyä omissa videoissa, pitää Youtube-asetuksista kytkeä päälle Googlen AdSense-palvelu, jonka avulla videoihin lisätään mainoksia. Jos videoiden materiaali täyttää hyväksyttävät kriteerit, Youtube alkaa maksaa mainosrahaa joka kerta, kun videon lataaja on ansainnut yli 100 dollaria. (Google 2012.)

Suosituista urheilutapahtumista on tarjolla ilmaisia ja yleensä laittomia lähetyksiä, joita jaetaan helposti löytyvillä internetsivustoilla. Lähetyksen kuvan päälle ilmestyy jatkuvasti mainoksia, ja videon laatu on yleensä huonoa. Maksamalla lähetyksistä katselija varmistaa, että videon kuvanlaatu on hyvä ja että lähetystä tekevät ammattilaiset ovat panostaneet lähetyksen tekemiseen tarvittavaan laitteistoon.

Insinööriyössä kokeiltiin DaCast-videonjakopalvelua. Videon tuottaja voi määrittää, minkä verran katsoja maksaa lähetyksestä. Lähetyks olisi katsottavissa myös jälkikäteen (Video-On-Demand) tämän palvelun kautta, ja videoille pystyy myös asettamaan oman hinnan. Videon tuottajalle palvelu on maksullinen, ja sen ominaisuudet vaihtuvat sen

mukaan, mitä enemmän palvelusta maksaa. Hinnat alkavat 19 dollarin vuosimaksulla, jolla käyttäjä saa 100 gigatavua lähetysaistia, 300 tuntia lähetysaikaa ja 20 gigatavua säilytystilaa videoilleen. Katselijoiden tuottama kassavirta voidaan ohjata joko lähetyksen ylläpitäjän PayPal-tilille tai perinteiselle pankkitilille. Katselijoille maksuvälineeksi käy PayPal-tilisiirto tai luottokorttimaksu. Käyttäjän tarvitsee ensimmäisellä katselukerralla rekisteröidä sähköpostiosoitteensa palveluun, josta hän saa viestin jossa on hänen salasanansa palveluun. (DaCast 2014.)

3 Suoratoistovideo ja lähetystekniikat

Kun liikkuvaa kuvaa ja ääntä halutaan lähettää internetiin, se pitää ensin pakata pienempään muotoon, jotta se voidaan lähettää ja vastaanottaa. Video pakataan suoratoistossa samanaikaisesti, kun toistettavaa videota kuvataan. Suoratoistettava video vaatii dekodaaajan eli purkajan, jotta video näkyy katselijoille moitteetta. (Mediacollege.com b.)

Pakkaamaton eli raaka video- ja audiodata vievät paljon tallennustilaa. Tunnin pakkaamaton video, joka on laadultaan 1080i-teräväpiirtovideota ja joka on tallennettu 60 kuvaa sekunnissa, vie 410 gigatavua. Noin 74 minuutin audio-CD on kooltaan 680 megatavua. Kahdeksan kanavan pakattu audiodata, joka on 24-bittistä, vie 16 megatavua sekunnissa eli hieman yli 7 gigatavua tunnissa audiodataa. Tämän takia data täytyy pakata, jotta se saadaan esitettyä mahdollisimman usealle käyttäjälle.

Sitten kun videon data on pakattu haluttuun formaattiin ja kohtuullisen kokoiseksi, se pitää pakata, siirtää ja toistaa. Formaattien tarkoitus on säilöä pakattu data halutussa muodossa. Hyvä formaatti pystyy toistamaan useilla koodekeilla pakattua data. (Techhive 2010.)

3.1 Videokoodekit

Koodekkien tehtävä on koodata eli pakata digitaalista mediadataa lähetettävään muotoon ja dekodata eli purkaa pakattua dataa katselua tai transkoodausta varten. Dataa pitää pakata, koska alkuperäisessä muodossa se on liian raskasta suoratoistaa. Seuraavassa käydään läpi yleisiä koodekkeja.

H.264 / MPEG-4 AVC on suosituin koodekki, jota käytetään videokameroissa ja digitaalisissa kameroissa, joissa tallennus tehdään tiedostopohjaisiin laitteisiin, kuten kiintolevyille ja muistikorteille.

MJPEG (Motion JPEG) on vanhempi formaatti, joka on käytössä vanhemmissa laitteissa taltiointia varten. Koodekin on kehittänyt sama ryhmä kuin digitaalisissa kuvissa käytetyn pakkauskoodekin JPEG (Joint Picture Experts Group).

DV (Digital Video) kehitettiin yhteistyössä usean videokameraita valmistavan ja myyvän kuluttajaelektroniikkavalmistajan kesken. Se on nauhapohjainen tallennusmuoto, jota käytetään yleisesti videokameroissa, jotka käyttävät mini-DV-nauhoja tallentamiseen. HDV taas mahdollistaa tallentamisen teräväpiirtolaadulla. DV ja HDV molemmat toimivat sekä koodekkeina että formaatteina.

MPEG-2 on ainoa koodekki, jota käytetään DVD-videoiden pakkaamiseen. Sitä käytettiin aikoinaan myös Blu-ray-videoiden pakkaamiseen, mutta on sitten myöhemmin jäänyt pois Blu-ray-levyistä. MPEG-2 on käytössä myös perinteisten antenni- ja kaapelilähetyksien pakkauksessa.

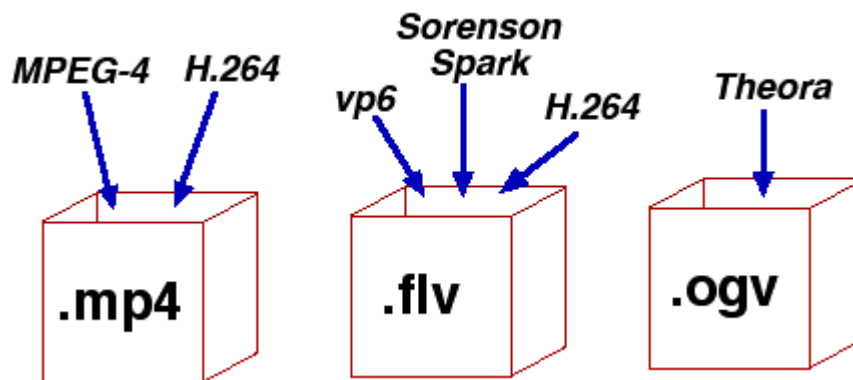
H.264 / MPEG-4 AVC:ta käytetään nykyaikaisissa videokameroissa kuvan tallennuksessa. Sitä käytetään myös verkkovideoissa. Sillä saa tyydyttävää kuvaa alhaisella bittimäärällä ja hyvän pakkaussuhteen. Käytetään yleisesti Blu-ray-levyissä.

Microsoft VC-1 on yksi kolmesta koodekista, joita käytetään Blu-ray-levyissä. Sitä käytetään myös Microsoft Silverlightissa.

MPEG-1 on verkkovideoissa aikoinaan yleisesti käytetty koodekki. Se ei pysty työskentelemään teräväpiirtolaadun kanssa. (Techhive 2010.)

3.2 Videoformaatti

Eri tiedostoformaattit sisältävät standardoitujen koodekkien pakkaamaa dataa. Videoformaattit määrittävät, mitä pakattava tieto sisältää. Katselija näkee soittimen kautta jossain tietyssä formaatissa olevaa videokuvaa, joka on pakattua videota ja audiota. Oikeanlaisella formaatilla kuvasta saadaan hyvänlaatuista pienelläkin bittimäärällä. (Techhive 2010.) Kuvassa 2 esitetään, mitä eri pakkausmenetelmiä tunnetut videoformaattit tukevat.



Kuva 2. Eri videoformaateille sopivat koodekit (Websitehelpers 2010).

Audio Video Interleave on yleisesti käytetty Microsoftin luoma formaatti, jonka tiedostopääte on .avi.

MP4:n on kehittänyt Motion Pictures Expert Group –ryhmä, joka tunnetaan teknisesti nimellä MPEG-4 Part 14. Formaatin video on yleisesti H.264-pakattua ja audio koodattua AAC-formaattia, mutta muita standardeja voidaan myös käyttää.

QuickTime on Applen kehittämä formaatti. Se tukee pelkästään Applen hyväksymiä audio- ja videokoodekkeja. Formaatti voi sisältää muun muassa H.264-pakattua dataa.

MPEG-2 Transport Streamsia käytetään DVD- ja Blu-ray-levyissä. DVD-levyjen teossa käytetty VOB (Video Object) on osa MPEG-2-formaattia. Tämä formaatti tukee H.264- ja VC-1-pakkausmuotoja ja ymmärtää Dolby Digital- (AC3), Dolby Digital Plus-, Dolby Lossless-, DTS-, DTS HD- ja Linear PCM (pakkaamatonta) -audiodataa.

AVCHD-standardia käytetään yleisesti videokameroissa. Näillä laitteilla taltioitu materiaali pakataan H.264 AVC-koodekilla. Audio on pakattu Dolby AC-3-koodekilla tai pakkaamatonta PCM-dataa (Pulse-Code Modulation).

Flash on Adoben kehittämä kehitysympäristö, joka tukee laajan valikoiman koodekkeja. Yleisesti Flashissä on pakattua H.264-videota ja AAC-audiota. Kaikki Flash-videoita tarjoavat sivut eivät välttämättä käytä näitä yleisiä koodekkeja, varsinkaan jos video on pakattu käyttäen jotain vanhaa koodekkia.

4 Urheilutapahtuman lähetystuotanto

Tuotannon suunnitteluvaiheessa täytyy ottaa huomioon useita eri asioita. Itse työ tehdään jo hyvissä ajoin ennen ottelutapahtumaa. Kaiken pitää olla valmista ja testattuna, kun peli alkaa. Tapahtumassa pelattava laji määrää pitkälti, minkälaista tuotantoa lähdetään tekemään. Ottelua taltioivien kameroiden pitää olla sijoitettuna niin, ettei mikään rakennuksen osa tai kukaan katsojista pääse tulemaan itse kameran ja kuvattavan kohteen väliin. Pääkamera tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle kentän keskiviivaa, jotta kameraa liikuttamalla saadaan kummankin päädyn molemmat nurkat kuvattua.

Tuotannon aikana on varmistettava mahdollisesti tuotannosta maksavien katselijoiden kokemusta tästä palvelusta. Moni asia voi epäonnistua, kun tehdään live-tuotantoa. Kameroille, jotka saavat virtansa suoraan sähköpistokkeista, on hyvä varata vara-akkuja ja varajatkajohtoja. Näin suljetaan pois niitä riskitekijöitä, jotka voivat aiheuttaa kuvan pimenemisen ja sitä kautta lähetyksen katkeamisen. Jos lähetystä siirretään suorana internetiin, yhteyden toimiminen on varmistettava vähintään yhdellä varayhteydellä. Monissa urheiluhalleissa on omat kiinteät laajakaistat, mutta niiden toimintavarmuudesta ei välttämättä ole takeita, joten on hyvä olla olemassa esimerkiksi 3G- tai 4G-yhteyksiä. Suurin osa suomalaisten operaattoreiden tarjoamista 4G-yhteyksistä on riittäviä nopeuksiltaan, kun siirretään liikkuvaa kuvaa ja ääntä verkkoon.

4.1 Tilaajan tarpeet

Espoolaisen salibandyseuran Westend Indiansin miesten edustusjoukkue pelasi kaudella 2013–2014 lajin ylimmällä kansallisella sarjatasolla eli Salibandyliigassa. Seura lähestyi minua kysellen, miten olisi mahdollista saada edustusjoukkueen otteluita kaikkien nähtäville internetiin. Samalla mietimme, miten paikalla olevan yleisön kokemusta tapahtumasta voisi parantaa. Salibandy on erittäin nopea laji, jossa moni tilanne voi jäädä näkemättä, jos ei koko ajan seuraa peliä. Ajatuksena oli pystyttää halliin valkokangas, jolle hidastuksia nopeista tilanteista voisi heijastaa videotykillä. Tähän kaikkeen pyrittiin lähtökohtaisesti nollabudjetilla. Metropolialta sain lainaksi kamerat ja NewTekin valmistaman TriCaster-tietokoneen, jolla ottelusta muodostettaisiin live-lähetys. Videotykin ja hidastuksiin tarvittavan laitteiston sain työnantajaltani.

Salibandyliigan televisiolähetysiä kaudella 2013–2014 oli sovittu syksyille Ylen tuottamana. Yksikään lähetyksistä ei ollut nousijajoukkue Westend Indiansin kotipeli. Seura on aktiivinen sosiaalisessa mediassa, ja ajatuksena oli näyttää otteluita suorana seuran Youtube-kanavalla. Youtubessa saa ”pyytää” omalle kanavalle oikeuden suorien internetlähetyksen esittämiseen. Tämä tehdään tekstiviestin välityksellä tapahtuvalla vahvistuksella, ja näin saadaan puhelinnumeron haltija vastuuseen lähetyksen sisällöstä. (Support.google.com 2015.)

Projektia lähdettiin tekemään vapaaehtoisvoimin, koska salibandyssä ei liiku rahaa, niin kuin muissa kotimaisissa palloilulajeissa. Tämän vuoksi seura ei halunnut ostaa palveluita yrityksiltä, jotka olisivat voineet toteuttaa nämä internetlähetykset. Vaihtoina olisi ollut suomalainen SportTV jonka lähetykset olisivat olleet katsojille maksullisia ja yritys olisi ottanut jonkin osuuden voitoistaan itselleen. (Sporttv.fi 2014.)

Vierasjoukkueita kaudella 2013–2014 tuli pisimmillään Oulusta ja Joensuusta, joten internetlähetykset palvelisivat ennen kaikkea näiden joukkueiden faneja. Muutama Salibandyliigajoukkue tarjoaa jo monikameratuotannolla toteutettuja lähetyksiä selostuksen kanssa, joten tässä projektissa oli pyrittävä myös tuottamaan mahdollisimman laadukkaita lähetyksiä.

4.2 Projektin tavoitteet

Verkossa esitettävän live-lähetyksen aikaansaamiseksi tarvitaan internetyhteys, videokamera ja tehokas tietokone. Tietyissä kokoonpanoissa voidaan tarvita myös signaalimuunninta, joka muuntaa kameralta tulevan signaalin tietokoneelle ymmärrettävään muotoon. Videokamera on pakollinen hankinta, jos haluaa saada laadukasta videokuvaa, mutta kuva voidaan siirtää ilman tietokonettakin. TV1.EU on yritys, joka valmistaa miniCaster-koodereita. Tämän pienen laitteen avulla on mahdollista lähettää suoraan kamerasta tulevaa kuvaa joko langattoman verkon tai 3G/4G-yhteyden avulla suoraan halutulle CDN-palvelimelle. Halvin vaihtoehto live-lähetyksien näyttämiseksi on Googlen Youtube, jossa streameja voi näyttää ilmaiseksi omalla kanavalla. Maksullisia palveluita on saatavilla useita, ja niiden hinnat vaihtelevat kymmenistä satoihin euroihin kuukaudessa. Mitä enemmän palvelulla on hintaa, sitä enemmän katselijoita kanavalla voi olla eli datan siirtomäärä on isompi. (Minicaster 2015.) Taulukossa 2 on vertailtu kolme erilaisen tuotannon laitteita ja niiden hintoja.

Taulukko 2. Eri tuotantokokoonpanojen ominaisuuksia ja kustannuksia.

	Tuotantokustannus, euroa	CDN-palvelin, euroa	Resoluutio
Älypuhelin (iPhone 4s)	289,90 € (Verkkokauppa.com) + 3G-yhteys	Ilmainen (Bambuser)	800x480 (Bambuser)
Yhden miehen tuotanto	Panasonic HPX171E, 5 890 € (Avecom) Tricaster 40, 6 758 € (Suomilammi)	DaCast alk. 25 \$/kk (DaCast)	1080/50i
Ulkopuolinen yritys	300 € -	kuuluu pakettiin	1080/50i

Ulkopuolista yritystä käytettäessä hinta vaihtelee aina sen mukaan, kuinka suurta tuotantoa ja laadukasta jälkeä ollaan tekemässä. Toiselta yritykseltä palvelua ostettaessa hyvänä puolena on, että omia laitteita ei tarvitse ostaa. Omien laitteiden hankinnassa kannattaa huomioida, miten laitteisiin sijoitettu raha saadaan takaisin ja kuinka kauan siihen kuluu aikaa.

Projektin alussa ideoimme yhdessä seuran kanssa miten voisimme parantaa maksavien katsojien kokemusta ottelutapahtumasta. Suunnitelmissa oli heijastaa videotykillä valkokankaalle hidastuksia ottelun maaleista ja parhaista tilanteista. Ennen ottelua valkokankaalla voisi myös näyttää joukkueiden pelaajaesittelyjä ja sponsoreiden mainoksia. Erätauolla valkokankaalla näkyisi maalikooste pelissä jo nähdyistä maaleista.

Pelin esittämiseen internetissä käytettäisiin lähtökohtaisesti Youtubea. Seura käyttää muutenkin omaa Youtube-kanavaansa aktiivisesti maalikoosteiden ja lehdistötilaisuuksien esittämiseen, joten faneille se oli tuttu ja turvallinen paikka. Jos lähetyksistä halutaan rahallista tuottoa, voi lähetyksissä näyttää Youtuben tarjoamia mainoksia. Palvelun kautta lähetyksistä ei voi pyytää maksua, vaan silloin pitää käyttää jotain muuta palvelua, kuten DaCastia.

5 Laitteisto ja välineet

Nykyään jokainen älypuhelimien omistava voi lähettää suoraa videokuvaa internetissä. Älypuhelimissa toimiva ilmainen Bambuser on hyvä esimerkki siitä, miten helposti jokainen voi aloittaa oman lähetyksensä (Bambuser). Kun kuvattava kohde on liikkeessä ja kuvattava ala on iso, käytössä on hyvä olla videokamera. Pienimmät tuotannot voidaan tehdä jopa yhden kameraoperaattorin voimin.

Isoimmissa tuotannoissa on käytössä useita kameroita ympäri kuvattavaa kohdetta. Urheilulajien ulkotuotannoissa kameroiden signaali ohjataan lähetysoutoon, jossa ohjaaja pystyy vaihtamaan lähetykseen näytettävää kuvaa eri kameroiden välillä.

Tapahtumiin saapuvalla yleisölle näytetään pelin tapahtumia isolta näytöltä, mikä voidaan toteuttaa videoprojektorin ja valkokankaan avulla. Jäähalleissa on katosta roikkuva mediakuutio, jonka näyttöjen avulla saadaan hidastetut tilanteet näytettyä yleisölle.

5.1 Minimalistinen kokoonpano ja tv-kanavien kokoonpanot

Kotimaisten urheilulähetyksen tuotantokokoonpanoon kuuluu yleensä useita henkilöitä. Henkilöstö jaetaan eri vastuualueisiin, joihin kuuluvat muun muassa ääni-, kuvaus- ja grafiikkaosastot. Suurimman vastuun ohjelman tuotannosta kantavat ohjaajat, tuottajat ja lähetysouton käyttömestari. Isoimmissa tuotannoissa on mukana assistentteja, jotka voivat auttaa esimerkiksi valaistuksessa, ja kuvaussihteerejä, jotka pitävät ohjaajan ja tuottajan ajan tasalla. Lähetysoutosta kuvasignaali lähetetään satelliittiyhteydellä lähetykeskukseen, jolla on vastuu siirtää kuva eri jakelukanaville. (Pirneskoski 2013.)

Kotimaiset salibandy-lähetykset alkoivat 2000-luvun alkupuolella silloisen Urheilukanavan ilmaisilähetyksillä. Kerran viikossa perjantai-iltaisina näytetyt suorat lähetykset sisälsivät pelin lisäksi myös salibandymakasiinin, joka kertoi laajemmin suurelle yleisölle silloin tuntemattomasta lajista. Salibandyliigan ja Urheilukanavan yhteistyösopimus sisälsi 25 suoraa lähetystä, ja ensimmäinen ottelu näytettiin 5. lokakuuta 2001. (Mtv.fi 2001)

5.2 Tuotantovälineistön kokoonpano

Projektia varten sain Metropolialta lainaksi kuvassa 3 olevan Tricaster 300 -tietokoneen, jolla on mahdollista siirtää videokuvaa suorana verkkoon ja tallentaa materiaalia. Laitteessa on monia erilaisia sisääntuloja audio- ja videosignaaleille. Laitteen käyttöympäristössä ovat samanaikaisesti näkyvillä kaikki oleelliset näkymät, kuten PVW (Preview), PGM (Program) ja lähetykseen mahdollisesti upotettava grafiikka. Tallennus tehdään PGM-out signaalista reaaliaikaisesti MPEG-2-muotoon. Lähetystä varten löytyvät helpot ja yksinkertaiset suoratoistoasetukset, jotka avautuvat laitteen internetselaimessa. Tätä kautta voidaan määrittää lähetyksen laatu, lähetystä esittävän suoratoistopalvelimen osoite ja se, mistä osoitteesta lähetystä voi katsoa. (NewTek 2013.)



Kuva 3. Tricaster 300 -tietokone (Big-I-News. Tricaster Studio).

Projektissa käytettiin Metropolialta lainaksi saatua Panasonic HPX171E -videokameraa. Kamera sopi mainiosti projektiin, koska samalla kun videokuvaa pystyi tallentamaan P2-muistikortille, niin kuvasignaalia pystyi siirtämään HD-SDI-ulostulosta Tricasterille.

6 Tallennus ja editointi

Urheilutapahtumia taltioidaan myöhempää käyttöä varten eri tarkoituksiin. Jotkut liitot vaativat kopion pelistä kurinpidollisista syistä, jos pelissä on tapahtunut jokin asia, joka vaatii jatkotoimenpiteitä liiton puolesta esimerkiksi pelikieltojen takia. Liitot voivat määrätä myös, että kumpikin joukkue saa oman kopion pelistä mahdollisimman nopeasti pelin jälkeen. Suomessa miesten Salibandyliigassa kotijoukkueen on toimitettava kopio pelistä vierasjoukkueelle 30 minuuttia pelin jälkeen ja liitolle 24 tunnin sisällä pelin päättymisen jälkeen.

Valmennusjohto haluaa myös oman kopion itselleen jotta oman joukkueen tai vastustajan peliä voidaan analysoida tulevissa joukkuepalavereissa. Tapahtuma taltioidaan myös yleisöä varten koottavaa maalikoostetta varten. Projektin aikana kuvatuista otteluista tehtiin myös maalikoosteet Westend Indiansin Youtube-kanavalle kauden 2013–2014 miesten edustusjoukkueen kotipeleistä. Maalikoosteiden editointi muodostui hankalaksi, koska erän loputtua oli 18 minuutin erätauko aikaa siirtää videomateriaali P2-kortilta tietokoneelle. Itse siirtämisessä kesti yleensä noin 15–20 minuuttia, että videomateriaali oli editointiohjelmassa valmiina, ja sen jälkeen pystyi aloittamaan maalikoosteen editoinnin. Mitä enemmän maaleja tuli, sitä kauemmin editointi kesti.

Useimmissa suoratoistopalveluissa on mahdollista katsoa koko lähetys jälkikäteen. Tätä tapaa kutsutaan nimellä VOD (Video-On-Demand). Palvelu tallentaa suoran lähetyksen omille palvelimilleen, josta sen voi katsoa myöhempänä ajankohtana. Tallennustilan määrä riippuu sopimuksesta palveluntarjoajan kanssa. Videoon viittaavan URL-linkin voi jakaa eteenpäin, ja se ohjaa käyttäjän palveluntarjoajan sivuille esimerkiksi Youtubeen.

Projektissa käytetty Youtube tekee automaattisesti suorasta lähetyksestä kokonaisen videon, joka on katseltavissa jälkikäteen. Koko lähetys löytyy palvelusta saman linkin takaa, josta suora lähetys oli aikaisemmin jaettu. (Google 2015b.)

7 Jatkokehitys

Insinööriyön projekti alkoi mies ja kamera -tyylillä mutta se palvelee yleisöä vain tiettyyn pisteeseen saakka eikä enää vastaa nykypäivän kuluttajien tarpeisiin. Asiakas alkoi jo hyvin alkuvaiheessa projektia kysellä mahdollisuudesta monikameratuotantoon ja selostajan lisäämisestä lähetykseen. Metropolian ja Westend Indiansin yhteiset tapaamiset alkoivat keväällä 2014, jolloin käytiin läpi, missä asioissa yhteistyötä voitaisiin tehdä. Seuran toiminnassa on paljon eri alueita, joissa voitaisiin tehdä yhteistyötä Metropolian kanssa, mutta päätettiin, että pitäydytään aluksi tässä projektissa. Mediatekniikan opettaja Jonna Eriksson otti tehtäväkseen tarjota tuotetta Metropolian opiskelijoille. Vuoden 2015 alussa projektille löytyi jatkaja, joka toteuttaisi lähetyksen monikameratuotantona. Kevään aikana uusi ryhmä kuvasi salibandykauden viimeiset neljä ottelua.

8 Yhteenveto

Tuotantojen tekijöille on tarjolla monipuolisia suoratoistopalveluita, joiden kautta lähetykset saadaan esitettyä yleisölle. Suoratoistopalvelut mukautuvat katselijoiden laitteiden ominaisuuksien mukaan. Markkinoilla on tarjolla paljon erilaisia tapoja pakata videodataa, jotta kuva saadaan mahdollisimman monella laitteella esitettyä. Eri formaattien ja pakkaustapojen avulla videoiden laatua voidaan manipuloida haluttuun muotoon.

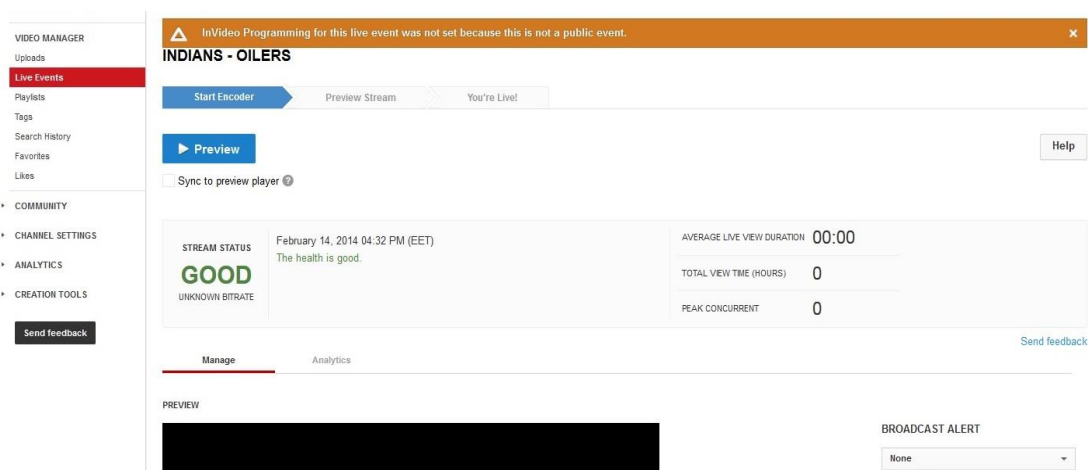
Lähdin tekemään insinööriyötä yksin, koska oli tarkoitus selvittää, miten yksi tekijä selviytyy suoran urheilulähetyksen tuottamisesta. Lähetyksiin valmistautuminen oli aloitettava hyvissä ajoin, koska laitteet oli joka päivä toimitettava ammattikorkeakoululta Leppävaarasta Otaniemeen autolla. Pelipäivinä halliin pääsi noin 1,5 tuntia ennen pelin alkua, koska sitä ennen halli oli varattu muille käyttäjille. Kun laitteet oli saatu paikoilleen ja tarpeelliset kytkennät tehtyä, piti varmistaa, että kuva siirtyi internetiin. Lähetyksiä varten internetyhteys saatiin käyttäen 3G-yhteyttä. Yhteydessä ilmestyi ongelmia silloin, kun ottelua saapui seuraamaan runsaasti ihmisiä.

Käytössä ollut videoprojektori ei ollut tarpeeksi tehokas toistamaan hidastettuja tilanteita valkokankaalta, koska hallin valaistus oli sen verran kirkas. Mietimme yhdessä seuran kanssa vaihtoehtoa videoprojektorille, mutta emme löytäneet mitään ilmaista vaihtoehtoa.

Vastasin ottelun kuvauksen lisäksi myös ottelun maalikoosteen editoimisesta. Jo projektin alkuvaiheessa kävi ilmi, että tuotantoa on mahdoton tehdä yksin. Sain avukseni kameramiehen, jotta voin erien aikana keskittyä maalikoosteiden editoimiseen. Koko ottelusta piti myös koostaa kopio vierasjoukkueelle ja Salibandyliitolle sekä erotuomareille näiden pyytäessä. Vierasjoukkueen kopio piti luovuttaa 30 minuuttia ottelun päätyttyä ja liiton kopio piti toimittaa sen FTP-palvelimelle 24 tuntia ottelun päätyttyä. Palvelimelle siirrettävät videotiedostot piti pakata pienempää tiedostokokoon jotta ne pystyttiin lähettämään FTP-palvelimelle.

Yhtään lähetystä ei julkaistu seuran Youtube-kanavalla, koska kuvaa sinne ei koskaan saatu lähetettyä. Kuten kuvassa 4 näkyy, Youtube-lähetyksen asetuksissa streamin laatu näyttää hyvää, mutta kuvaa ei silti saatu näkymään. Tämä voi johtua siitä, että käytössä olleen Tricaster 300 -tietokoneen selain oli sen verran vanha, ettei Youtube

vastaanottanut signaalia oikeassa muodossa. Testilähetyksiä saatiin tehtyä DaCast-palvelun kautta. Yhtään lähetystä ei julkaistu yleisölle, koska seura halusi saada lähetykseen selostajan.



Kuva 4. Youtube tunnisti Tricasterilta tulevan signaalin, mutta kuvaa ei silti näkynyt.

Tämän kokeilullisen projektin aikana opin, että tuotantojen suunnittelu etukäteen on tärkeää ja se pitää tehdä huolellisesti. Kun kokeilun ja erehdyksen jälkeen saa aikaan toimivan kokonaisuuden, tulevat tuotantokerrat sujuvat rutiininomaisesti. Olen työni puolesta nähnyt, miten urheilutapahtumista tehdään ammattitason televisiolähetyksiä. Tässä työssä testattiin, kuinka ammattimaista tulosta tehdään pelkästään vapaaehtoistyöllä ja ilmaiseksi lainatuilla laitteilla. Lopputulos ei vastannut omia odotuksiani, koska käytössä oli hieman vanhanaikaisia laitteita. Näkisin kuitenkin, että tulevaisuudessa internetlähetyksien tekeminen yleistyy ja on entistä helpompaa.

Asiakkaan kanssa työskentely sujui mainiosti ja yhteistyö toimi hyvin. Sovimme alkupalaverissa, mihin tulokseen aluksi pyritään ja lisätään sen mukaan uusia asioita lähetykseen. Kunnioitin asiakkaan toiveita siitä, että keskeneräistä tuotetta ei julkaista. Vaikka projektin aikana kunnollista lähetystä ei saatu aikaiseksi, työtäni jatkava työryhmä saa käyttöönsä ajan tasalla olevat laitteet, joilla saadaan aikaiseksi laadukas tuotanto.

Lähteet

Laurila, A. Videosignaalin väriavaruuden ja kehystaajuuden prosessointi teräväpiirtotelevisiossa. 2011. Stadia – Helsingin Ammattikorkeakoulu. Verkkodokumentti. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/35993/stadia-1198183217-0.pdf?sequence=1>. Luettu 26.3.2015.

Panasonic HPX171. Verkkodokumentti. Avecom. <http://www.avecom.fi/tuotekuvaus.asp?malli=AG-HPX171&paaluokka=>. Luettu 14.4.2015.

About Us | Bambuser. Verkkodokumentti. Bambuser. <http://bambuser.com/about>. Luettu 26.3.2015.

Pricing – DaCast. 2014. Verkkodokumentti. DaCast. <http://www.dacast.com/streaming-pricing-plans.html>. Luettu 22.3.2014.

Netflix, HBO, Viaplay – vai joku muu? 2014. Testissä nettitelevisiopalvelut. Verkkodokumentti. Digitoday. <http://www.digitoday.fi/viihde/2014/02/08/netflix-hbo-viaplay--vai-joku-muu-testissa-nettitelevisiopalvelut/20141943/66>. Päivitetty 8.2.2014. Luettu 26.3.2015.

Adaptive Streaming for You and YouTube. 2012. Verkkodokumentti. Google. Luettu 26.3.2015.

Tilin vahvistaminen puhelimitse - YouTube Ohjeet. 2015. Verkkodokumentti. Google. https://support.google.com/youtube/answer/171664?hl=fi&ref_topic=3024170. Luettu 26.3.2015.

Upload videos - YouTube Help. 2015. Verkkodokumentti. Google. <https://support.google.com/youtube/answer/57407?hl=en>. Luettu 31.3.2015.

Live encoder settings, bitrates and resolutions - YouTube Help. 2015. Verkkodokumentti. Google. <https://support.google.com/youtube/answer/2853702?hl=en>. Luettu 31.3.2015.

Streaming Video Formats. Verkkodokumentti. Mediacollege.com. <http://www.mediacollege.com/video/streaming/formats/>. Luettu 26.3.2015.

Streaming Video Servers. Verkkodokumentti. Mediacollege.com. <http://www.mediacollege.com/video/streaming/server.html>. Luettu 26.3.2015.

Salibandy Urheilukanavan lajikirjoon. 2001. Verkkodokumentti. Mtv.fi. <http://www.mtv.fi/sport/muutlajit/salibandy/uutiset.shtml/2001/09/80149/salibandy-urheilukanavan-lajikirjoon>. Luettu 26.3.2015.

Tricaster 300 User's guide. 2013. Verkkodokumentti. NewTek.
[http://ftp.newtek.com/pub/download/TriCaster/TC300/Notes/TCXD300%20User%20Gui Gu.pdf](http://ftp.newtek.com/pub/download/TriCaster/TC300/Notes/TCXD300%20User%20Gui%20Gu.pdf). Luettu 14.4.2015.

Pirneskoski, Panu. 2013. Virtuaaligrafiikka urheilutuotannossa. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Usein kysytyt kysymykset. 2014. Verkkodokumentti. Sporttv.fi.
<https://sporttv.fi/articles/10/usein-kysytyt-kysymykset> Luettu 26.3.2015.

Loyd Case. 2010. Verkkodokumentti. Techhive.com.
http://www.techhive.com/article/213612/all_about_video_codecs_and_containers.html
Luettu 8.4.2015.

Apple iPhone 4s 8GT älypuhelin. Verkkodokumentti. Verkkokauppa.com.
<http://www.verkkokauppa.com/fi/product/32606/dnrmr/Apple-iPhone-4S-8-Gt-alypuhelin-valkoinen-lukitsematon-MF266>. Luettu 14.4.2015.

Neljäs viihdyttäjä. 2014. Verkkodokumentti. Watson.
https://www.watson.fi/extra/pdf/Watson_pdf150.pdf. Luettu 26.3.2015.

What Is a Live Webcast and How to Stream? 2012. Verkkodokumentti. Webcast Inc.
<http://webcastinc.com/what-is-webcasting/live-webcast-how-to-stream>. Luettu 25.3.2015.

Your *movie*.MP4 file is container that can hold video encoded as either MPEG-4 or H.264. 2010. Verkkodokumentti. Websitehelpers.com.
<http://websitehelpers.com/video/images/formats.gif>. Luettu 8.4.2015.

Wilson, Tracy V. 2007. How Streaming Video and Audio Work. Verkkodokumentti. HowStuffWorks.com. <http://computer.howstuffworks.com/internet/basics/streaming-video-and-audio.htm>. Päivitetty 12.10.2007. Luettu 24.3 2015.