

Juho Koivumäki

Webcast-lähetyksen tuotanto, pelillistäminen ja jakelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

1.9.2015

Tekijä Otsikko	Juho Koivumäki Webcast-lähetyksen tuotanto, pelillistäminen ja jakelu
Sivumäärä Aika	54 sivua 1.9.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Digitaalinen media
Ohjaaja	Lehtori Jonna Eriksson
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia webcast-lähetyksen, eli internetissä välitettävien tv-lähetyksen, tuotanto- ja jakeluprosessia sekä pohtia alan tulevaisuutta muuttuvassa markkinatilanteessa. Tavoitteena oli kerätä tietoa webcastin toteutuksesta ja tuoda se esille selkeässä ja helposti ymmärrettävässä muodossa. Insinööriyö tarjoaa tietoa ammattilaisille, harrastelijoille tai alasta kiinnostuneille. Lisäksi sitä voidaan käyttää apuna alan yritysten rekrytoinnissa ja työhön perehdytyksessä.</p> <p>Työ toteutettiin tutustumalla työelämän vallitseviin käytäntöihin ja tilanteisiin. Asiasisällön tasoa syvennettiin ja ajantasaisuus tarkistettiin ammattitoimijoiden haastatteluilla ja keräämällä tietoa internetistä ja painetuista teoksista.</p> <p>Taltiointi-, jakelu- ja yhteystekniikoiden kehityksen myötä webcastien tekeminen on helpottunut ja kehitys on mahdollistanut lähetyksen tekemisen paikoista, joista se aiemmin on ollut mahdotonta. Kustannusten alenemisen ansiosta ammattimaisia tuotantoja voidaan tehdä yhä useammasta tilaisuudesta.</p> <p>Tekniikan kehityksen ansiosta harrastelijoiden ja omatuotantojen lukumäärä on kasvanut. Muuttunut tilanne on pakottanut yritykset muuttamaan toimintamallejaan ja kehittämään uusia ratkaisuja ja palveluita toiminnan kehittämiseksi. Potentiaalisena lisänä webcast-lähetyksiin ovat pelillistämisen keinot ja metodit, esimerkiksi koulutustilaisuuden yhteydessä.</p> <p>Jakelussa eri päätelaitteiden monimuotoisuus ja globaalit markkinat aiheuttavat haasteita, jotka toimivan kokonaisuuden saavuttamiseksi on ratkaistava. Toimivan yhteisstandardin puute johtaa siihen, että kaikilla päätte laitteilla toimivan lähetyksen saavuttamiseksi joudutaan muodostamaan erilaisia videolaatuja ja käyttämään useita eri protokollia.</p> <p>Webcast-ala on murrosvaiheessa muuttuvan markkinatilanteen vuoksi. Tulevina vuosina toiminnan painopiste siirtyy enemmän harrastelijoille ja maksuttomien palveluiden käyttöön. Internetissä suorana välitettävän videokuvan määrä kokonaisuutena kuitenkin kasvaa, ja se vahvistaa asemaansa vaihtoehtoisena tekniikkana perinteiselle televisiolähetykselle.</p>	
Avainsanat	webcast, videotuotanto, internetvideon jakelu, pelillistäminen

Author Title	Juho Koivumäki Production, gamification and distribution of a webcast
Number of Pages Date	54 pages 1 September 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructor	Jonna Eriksson, Senior Lecturer
<p>The purpose of the thesis is to investigate the production and distribution of live webcasts and to discuss the current state of webcasts in the transforming field of media production. Elements and methods of gamification are introduced as an additional feature to improve traditional webcasting. The thesis works as guidance for amateurs and it can be used as assistance in a company's recruitment process and as a part of work guidance.</p> <p>The project was executed by familiarizing with the best practices and situations of professional productions. More information was gained through a literature review and interviewing professionals.</p> <p>The study showed that the technological development has led to new possibilities that have never been possible earlier. Lowered costs have made it possible to do professional quality webcasts from more events than ever before.</p> <p>The large amount of different devices and the global market has created challenges that service providers need to overcome to create functional environment. The lack of a common streaming standard forces to use several methods and protocols, which add complexity and cost. Free service providers can be used, but complete customization and control requires control over the whole distribution chain.</p> <p>In conclusion the field of webcasting is going to change. In the coming years the amount of hobbyist and the use of free service providers will increase. The internet video will strengthen its position as an alternative way of distribution live contents.</p>	
Keywords	webcast, streaming, IP video distribution, gamification

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Webcast — internetissä välitettävä tv-lähetys	2
2.1	Webcast yrityksille	4
2.2	Webcast yksityishenkilöille	5
3	Webcast-lähetyksen tuotanto	6
3.1	Perusteet	6
3.2	Tuotantoprosessi	9
3.3	Kustannukset	11
3.4	Luonne ja haasteet	11
3.5	Jälkituotanto	13
4	Webcast-lähetyksen pelillistäminen	13
4.1	Mekanismit	14
4.2	Pelillistäminen osana webcast-lähetystä	16
4.3	Pelillistäminen ja interaktio	18
4.4	Viive	19
4.5	Tulevaisuus	21
5	Webcast-lähetyksen jakelu	22
5.1	Jakelukokonaisuus	22
5.2	Yhteysmenetelmät	24
5.3	Lähetyslaatu ja tekniset vaatimukset	25
5.4	Pakkaaminen	28
5.5	Rajatun kaistanleveyden ongelma	32
5.6	Jakeluketju	33
5.7	Lähetyksen varmentaminen	35
5.8	Jakeluprotokolla	38
5.9	Selainpohjaiset videosoittimet	40
6	Northern Future Forum 2014 -webcast-tuotanto	42

6.1	Suunnittelu	42
6.2	Laitteisto ja rakennus	44
6.3	Tapahtuman eteneminen	46
6.4	Jakelu	49
6.5	Jälkituotanto	52
6.6	Tapahtuman yhteenveto	52
7	Yhteenveto	53
	Lähteet	55

Lyhenteet

720p	Videoresoluutio, jossa on 1280 pystyriviä ja 720 vaakariviä. Kuva päivitetään progressiivisesti eli koko näyttökerta samanaikaisesti.
RTMP	Real time messaging protocol. Reaaliaikainen tiedonsiirtojärjestelmä.
RTMPT	Sama kuin rtmp, mutta tieto on kapseloitu lähetettäväksi http-protokollan avulla.
VBR	Variable bitrate. Sisällön mukaan muuttuva datanopeus lähetettäessä tai tallennettaessa videota tai ääntä.
CBR	Constant bitrate. Kiinteä datanopeus sisällöstä riippumatta lähetettäessä tai tallennettaessa videota tai ääntä.
HDS	HTTP Dynamic Streaming. Adoben kehittämä lähetysprotokolla.
HLS	HTTP Live Streaming. Applen kehittämä lähetysprotokolla.
HTTP	Hypertext transfer protocol. Selaimen ja palvelimen välinen tiedonsiirto-protokolla.

1 Johdanto

Insinööriyöraportissa käsitellään webcast-lähetyksen tuottamista ja jakelua ammattimaisen palveluntuottajan näkökulmasta. Työn tarkoitus on toimia pohjustavana tietopakettina alalle pyrkiville ja alasta kiinnostuneille sekä antaa käytännön ohjeita ja kokemuksia ongelmien välttämiseksi ja ratkaisemiseksi. Työ tarjoaa tietoa yritysosaajalle webcastien toteutuksesta, potentiaalista ja kustannuksista yritysmarkkinoinnin ja -viestinnän näkökulmasta. Insinööriyötä voi käyttää apuna rekrytoinnissa ja uuden työntekijän perehdytyksessä.

Tiedonsiirron, internetin ja kaistanopeuksien kehittyminen ja mobilisoituminen ovat mahdollistaneet uudentyyppisten ratkaisujen luomisen tiedon välittämiseksi. Yhdistämällä vanhoja tekniikoita uusiin mahdollisuuksiin pystytään tekemään tuotantoja, joiden toteuttaminen ei vielä muutama vuosi sitten olisi ollut teknisesti mahdollista.

Internetin synty mahdollisti tiedon reaaliaikaisen ja globaalin välittämisen. Sitä seurannut tekniikan kehittyminen on mahdollistanut viime vuosien aikana tiedon vastaanottamisen tietokoneiden lisäksi myös mobiililaitteilla täysin paikka- ja aikariippumattomasti. Internetin uusien tekniikoiden avulla tiedon välittämisestä voidaan tehdä myös interaktiivista ja kaksisuuntaista, jolloin katsojia voidaan aktivoida esimerkiksi pelillistämisen menetelmillä. Viestinnästä muodostuu kaksisuuntaista, jolloin myös tiedon vastaanottaja on enemmän läsnä kokonaisuudessa. Tekniikka mahdollistaa läsnäolon ilman fyysistä kontaktia. Oikein toteutettuna tekniikasta tulee luonteva ja toimintaa tukeva osa ilman, että tekniikka itsessään on pääosassa.

Kehityksen ja kustannusten alenemisen ansiosta käytännössä kenen tahansa on mahdollista tehdä pienikokoisia video- ja webcast-tuotantoja. Suoran lähetyksen tekeminen internetin maksuttomien palveluiden avulla edellyttää ainoastaan tietotekniikan perusosaamista ja tarvittavan laitteiston hallintaa. Ammattimainen lopputulos saavutetaan kuitenkin kokemuksen, ammattitaidon ja suunnittelun avulla. Kokonaisvaltaisen elämyksen ja viestin uskottavuuden kannalta ammatti- ja harrastetoiminnan välinen ero on vielä kuitenkin merkittävä.

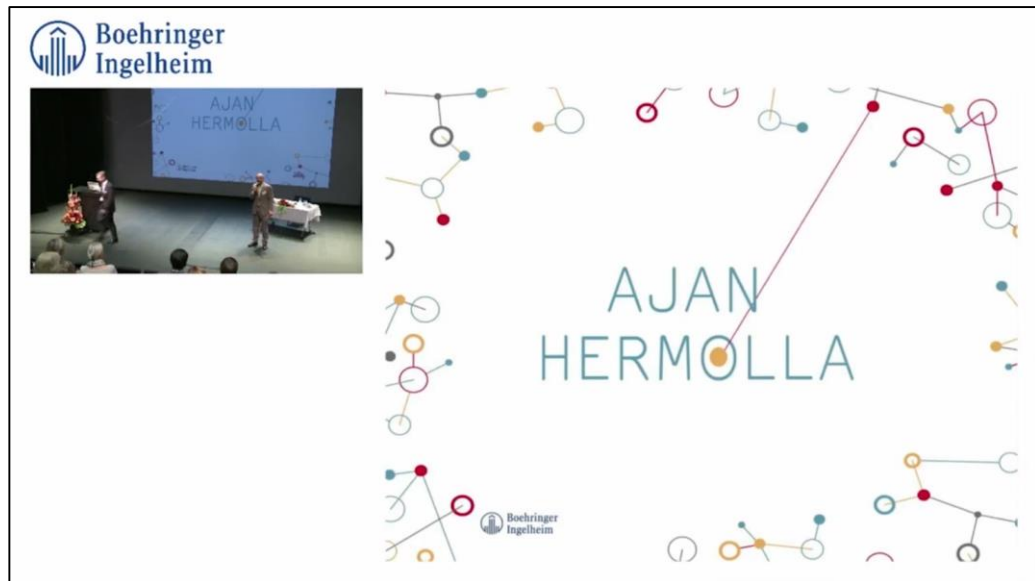
Teorian toteutumista käytännössä sovelletaan esimerkkitapahtumana olevassa Northern Future Forum 2014 -tilaisuudessa.

2 Webcast — internetissä välitettävä tv-lähetys

”Internet broadcasting”, vapaasti suomennettuna ”lähetys internetissä”, on termin ”webcast” perusta. Kyseessä on internetin välityksellä toimitettava liikkuvan kuvan ja äänen lähetys, joka on monelta osin verrattavissa perinteiseen tv-lähetykseen. Webcast-tuotannoissa on useita yhtäläisyyksiä tv-tuotantojen kanssa, mutta jakelukanavat ja jakelutapa eroavat toisistaan. Televisioyhtiöissä on tavallista, että tuotannot jaetaan sekä tv- että internetverkossa. Alkuperäisesti webcast-tuotantona tehdyt lähetykset päättyvät vain harvoin televisiolevitykseen niiden erilaisen asiasisällön, laatulähtökohdan ja kohdeyleisön vuoksi.

Webcastit ja internetissä toimiminen mahdollistavat monien interaktion ja pelillistämiseen liittyvien lisäominaisuuksien teon, joita ei nykyisellä televisiotekniikalla ole mahdollista toteuttaa. Perinteiseen tv-lähetykseen verrattuna webcast on helpommin hallittava ja kustannustehokkaampi kokonaisuus. Tv-lähetykset ovat poikkeuksetta julkisia ja koko maan kattavia. Webcasteilla sen sijaan on tavallisesti huomattavasti pienempi kohdeyhmä ja -yleisö. Toisin kuin televisiossa, internetissä pystytään helposti asettamaan erilaisia rajoitteita ja määreitä katselijoiden suhteen. Lähetettäessä tiedotteita esimerkiksi yrityksen sisäiseen käyttöön voidaan varmistua tiedon pysyvän vain asianomaisten saatavilla. [1.]

Tavallisimmin webcasteja tehdään yritysviestinnän, koulutustilaisuuksien, urheilutapahtumien ja konferenssien tarpeisiin. Lähetyskäyttöä voidaan tehdä käytännössä rajoitteetta erilaisista tapahtumista ja tilaisuuksista. Lähetykset voivat olla perinteisiä koko ruudun peittäviä videokuvia tai kuvan 1 mukaisia kollaaseja, jossa yhteen kuva-alaan on mahduttettu useita elementtejä. Soveltuvien lähetystyyppi riippuu tapahtuman luonteesta ja siitä, miten viesti saadaan välitettyä katsojille parhaalla mahdollisella tavalla. Yhdessä lähetyksessä voidaan käyttää useita erilaisia kuvaelementtejä ja niiden yhdistelmiä. Kuvan 1 esimerkissä lähetettävään kuvaan on otettu mukaan tapahtumapaikalla esitettävä tietokoneen diaesitys ja suora kamerakuva.



Kuva 1. Ruutukaappaus webcast-lähetyksestä.

Lähetys voidaan toteuttaa kuvan 1 mukaisesti yhtenä syötteenä, johon on sijoitettu kaikki elementit. Vaihtoehtoisesti voidaan lähettää useampaa syötettä, jolloin esimerkiksi videokuva ja tietokoneen diaesitys lähetetään omana syötteenään. Yhdellä syötteellä toimittaessa katsojalla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa kuvan aseteluun, mutta lähetys toistuu todennäköisemmin täysin oikein verrattuna useamman syötteen lähetykseen. Kuvasettelu tehdään tuotantopaikalla, jolloin loppukäyttäjä voi keskittyä pelkästään lähetyksen seuraamiseen. Jos lähetyksessä on useampi syöte, katsoja voi esimerkiksi asettaa diaesityksen koko ruudun kokoiseksi ja piilottaa videokuvan kokonaisuudessaan. Joustavuus antaa katsojalle enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa seurattavaan lähetykseen, mutta useampi syöte on vaativampi laitteistolle ja internetyhteydelle.

Suomessa ammattimaisesti webcast-lähetyksiä tuottavia toimijoita on laskutavasta riippuen noin 5–6. Harrastemaisesti tai satunnaisesti webcast-lähetyksiä tekevien yksityishenkilöiden ja pienyritysten määrää on vaikea laskea, mutta lukumäärä on kuitenkin suuri ja se kasvaa jatkuvasti. Ala on syntynyt ja alkanut kasvaa 2000-luvun vaihteessa, jolloin internetin kehitys ja saavutettavuus mahdollisti verkossa tehtävien lähetyksien mielekkään tuottamisen. [1.]

Videolla pystytään välittämään asioita, jotka eivät ole mahdollisia pelkällä staattisella kuvalla tai äänellä. Katsoja tuntee olevansa tilanteessa enemmän läsnä, jolloin tunteet ja tilanteet välittyvät paremmin. Videolla on useita erilaisia käyttötarkoituksia esimerkiksi markkinoinnissa tai koulutuksessa. [2, s. 15–16.]

2.1 Webcast yrityksille

Webcastien tuottaminen yrityskäyttöön edesauttaa tiedon tehokasta välittämistä suurelle joukolle katselijoita ja oikein käytettynä alentaa tiedon välittämiseen käytettyä rahamäärää. Markkinoituna siitä voi olla hyötyä yrityksen julkisuuskuvan kannalta, ja se voi parantaa yrityksen imagoa pehmeiden arvojen kannattajana. [1.]

Tyypillisten yritysviestinnän tilaisuuksien, kuten tulosjulkaisun tai muun infotilaisuuden, järjestäminen edellyttää toiminnan keskittämistä tilaan, johon kaikki paikalle tulijat mahduttavat. Tämä tila voi sijaita yrityksen omissa tiloissa tai se on vuokrattava muualta. Suuren yrityksen työntekijöiden on mahdollista tähän tilaan, ja se asettaa minimivaatimuksen tilan koolle. Perinteisissä tilaisuuksissa tapahtuma on sidottu tiettyyn paikkaan ja aikaan, jolloin on mahdollista, että kaikki halukkaat eivät pääse osallistumaan tapahtumaan. Suurissa yrityksissä kaikille sopivan ajankohdan löytyminen on usein mahdotonta. [1.]

Mikäli yrityksen toimipisteet ovat jakautuneet usealle paikkakunnalle, vaatii koko yrityksen yhteisen tilaisuuden järjestäminen myös logistisia ratkaisuja. Työntekijöiden siirtyminen toimipisteeltään tapahtumapaikalle aiheuttaa työnantajalle taloudellisia kustannuksia esimerkiksi kilometrikorvauksina, bussivuokrana tai menetettynä työaikana. Siirtymisestä aiheutuu myös ilmansaasteita, mikä voi olla yrityksen julkisuuskuvan kannalta epäedullista. [1.]

Kun tapahtuma kuvataan ja välitetään internetissä, on kohdeyleisön läsnäolo itse tapahtumassa merkityksetöntä viestin saatavuuden kannalta. Lähetystä voi seurata suorana tai jälkikäteen tapahtumasta tehdystä tallenteesta, jolloin myös ajankohta muuttuu merkityksettömäksi. Järjestävällä yrityksellä on mahdollisuus säästämään tilavuokrassa, kuljetuskustannuksissa ja työajassa. Kun tarve siirtää työntekijöitä fyysisesti paikasta toiseen poistuu, ei logistisista ratkaisuista synny ilmansaasteita. Yritys voi myös käyttää webcasteja imagonsa rakentamiseen ja luoda yrityskuvastaan modernin ja joustavan. Myönteistä imagoa voidaan käyttää apuna esimerkiksi rekrytoinnissa, myynnissä ja yhteistyökumppanien etsimisessä. Webcasteilla saavutetaan myös ne, joiden paikalle saapuminen esimerkiksi maantieteellisen sijainnin takia olisi vaikeaa tai mahdotonta. Monikansallisissa yrityksissä tieto voidaan välittää useaan eri maahan ja maanosaan kustannustehokkaasti ja yhtäaikaisesti. [1.]

Kun lähetyksistä luodaan rutiini, myös katsojakunta tottuu tietyllä rytmillä toistuviin lähetyksiin. Esimerkiksi osavuosikatsausten kohdalla katsojat voivat luottaa siihen, että tilaisuus on nähtävissä myös internetissä, eikä heidän paikallaolonsa ole välttämätöntä tiedonsaannin kannalta. Toistuvista lähetyksistä saadaan myös palautetta ja parannusehdotuksia yksittäisiä lähetyksiä enemmän, jolloin toiminnan kehittäminen on helppoa. Palautteen merkitys on erityisen tärkeää koulutustilaisuuksissa ja markkinointiviestinnässä, jossa kokonaisen lähetyksen seurattavuus ja johdonmukaisuus ovat tärkeämpiä kuin esimerkiksi tulosjulkaisun yksittäiset numerot. [2, s. 18–19.]

2.2 Webcast yksityishenkilöille

Yksityiset henkilöt voivat toteuttaa itsenäisesti webcast-lähetyksiä käyttäen apuna maksuttomia internetpalveluntarjoajia tai vaihtoehtoisesti he voivat tilata palvelun tilaisuuteen ammattimaisilta toimijoilta. Suoria webcast-lähetyksiä voidaan tehdä esimerkiksi videoblogeina, videopodcasteina tai niihin verrattavissa olevina pientuotantoina. Urheilutapahtumissa urheiluvien lasten vanhemmille tai muille kiinnostuneille voidaan lähettää videokuvaa tapahtumasta yksinkertaisesti asettamalla kamera tai matkapuhelin sellaiselle paikalle, että sen näkymä kattaa tarvittavan alueen. Vastaavalla tavalla puolikiinteästi asennetuilla kameroilla voidaan seurata esimerkiksi yleisötapahtumia tai jonkin muun tapahtuman etenemistä.

Opetuksessa tekniikkaa voidaan hyödyntää tuomalla luokkatila johonkin toiseen paikkaan, esimerkiksi oppilaan kotiin. Oppilailla ei yksittäisen sairaustapauksen tai pidempiaikaisen sairauden vuoksi ole aina mahdollisuutta osallistua opetukseen. Kun tehdään webcast-lähetys luokasta voi opetusta seurata myös kodista tai sairaalasta yleisen hyvin ja terveydentilan sen salliessa. Suomessa opetus on julkista, joten kaikki halukkaat pystyisivät tällä tavoin seuraamaan opetusta ilman ongelmia fyysisestä tilan riittäväydestä tai läsnäolosta aiheutuvista häiriöistä. Vastaavalla tavalla esimerkiksi vanhemmat voisivat seurata lastensa opetusta ja varmistua sen laadusta. Ylemmillä koulutusasteilla, joissa läsnäolo ei ole pakollista, opetuksessa voitaisiin siirtyä kokonaisvaltaisemmin etäopetukseen. [3.]

Webcastin määritelmä on häilyvä, joten myös sen mahdollisuudet ovat moninaisia. Kuvaa voidaan siirtää käytännössä mistä tilaisuudesta tahansa. Riittävän laadun saaminen

esimerkiksi urheilutapahtuman taltiointiin voi osoittautua haasteelliseksi, mutta opetuksessa viestin välittäminen tuottaa harvoin ongelmia. Pienellä vaivannäöllä voidaan mahdollistaa opetuksen seuraaminen mistä tahansa. Tekniikan käyttäminen apuna opetuksessa yleistyy tulevina vuosina, jolloin myös erimuotoisten etäopetustapojen käyttäminen yleistyy. Langattomien internetyhteyksien kehittyminen mahdollistaa laadukkaiden lähetysten tekemisen yhä useammasta paikasta.

3 Webcast-lähetyksen tuotanto

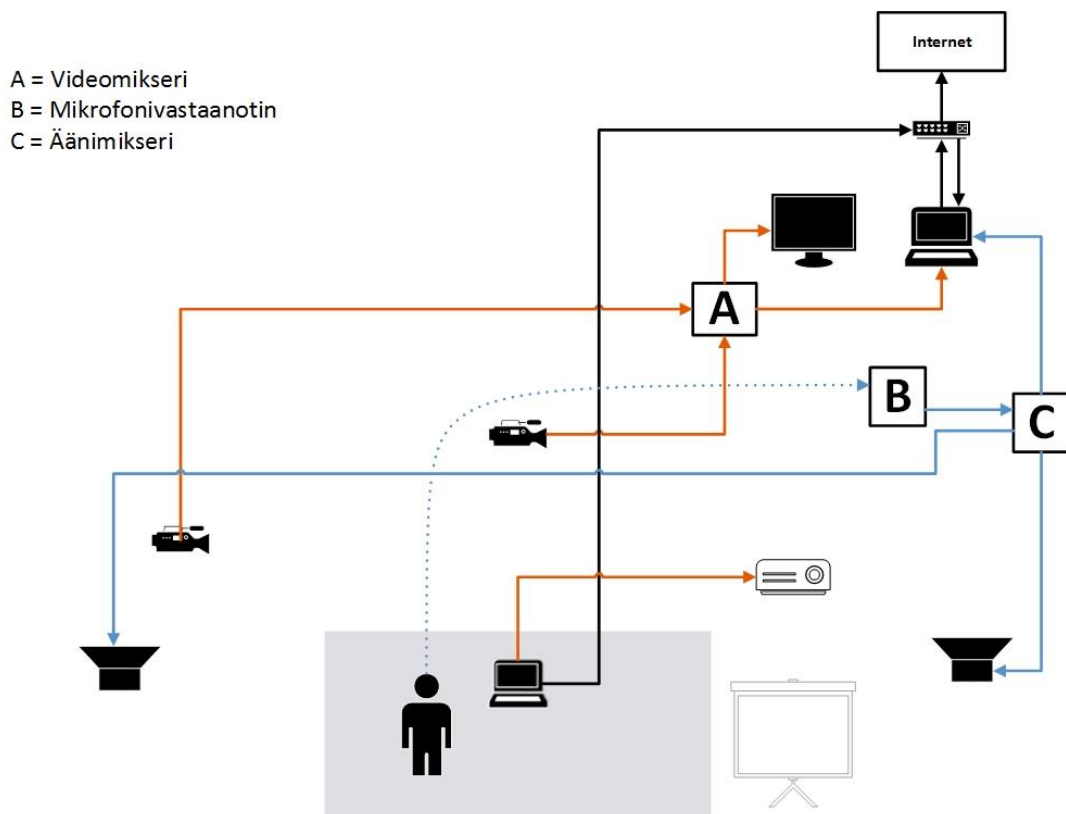
Webcast-lähetys voidaan tuottaa kevyellä ja edullisella laitteistolla, mutta ammattimaisessa tuotannossa laitteistolle ja sen tuottamalle laadulle asetetaan usein korkeampia vaatimuksia. Tyypillinen webcast-lähetyksilä esimerkiksi yritysviestinnän käyttöön pystytään rakentamaan äänentoistoinen ja valaistuksineen muutamissa tunneissa. Suurissa tuotannoissa laitteiston asentamiseen ja testaamiseen voi aikaa kulua päiviä. Lähetykset voidaan toteuttaa tarkoitukseen suunnitellusta studiosta tai tavallisesti muussa käytössä olevista tiloista. Tilaisuuden tyypistä riippuen webcast-lähetys voidaan tehdä osan yleisöstä seurattaessa tapahtumaa paikanpäällä ja osan internetin välityksellä tai vaihtoehtoisesti koko yleisön seurattaessa tilaisuutta internetin välityksellä. Eroavaisuus yleisön suhteen aiheuttaa muutoksia myös tuotannon muodossa, sillä paikallaolevalle yleisölle ja webcast-yleisölle on taattava yhtäläinen mahdollisuus tapahtuman seuraamiseen. Internetin välityksellä tapahtumasta näkyy vain kameroiden välittämä kuva, mutta paikallaolijat näkevät koko tapahtuman myös kuvan ulkopuolelta. Tällöin tilaisuuden kokonaisvaltainen sujuminen on tärkeää, sillä kuvakulmilla tai leikkauksilla ei virheitä ja epäselvyyksiä ole mahdollista peittää.

3.1 Perusteet

Webcast-lähetyksestä ei ole rajattu mihinkään tiettyyn muotoon, ja siksi erilaisia tuotantoja on määrittelemättömän paljon. Minimissään tuotantoon tarvitaan työvälineet kuvan ja äänen tallentamiseen ja niiden välittämiseen. Erityisesti yritysviestinnässä ja koulutustilaisuuksissa webcast-lähetyksiin liitetään usein mukaan esitystekniikkaa, kuten tietokoneella olevia diaesityksiä tai ennakkoon valmisteltuja videoita. Tyypillisesti puhujia ja kamerapäitä on useampia.

Insinööriyössä esiteltävät esimerkit edustavat pienehköjä, 2–3 kameran tuotantoja ja tuotantoprosesseja. Asiasisältö ei muutu käsiteltäessä suurempia tai pienempiä tuotantoja, joten samoja pääperiaatteita ja käytäntöjä voidaan soveltaa erikokoisissa tapahtumissa. Suuremmissa tuotannoissa käytettävät laitteistot joko lisääntyvät tai vaihtoehtoisesti yhdeltä laitteelta vaaditaan useampaa toimintoa. Kamerapäiden, äänentoiston tai muiden toimintojen pienimuotoinen monistaminen muuttaa toimintaa vain lukumääräisesti. Laitteiston määrän merkittävä kasvaminen edellyttää ammattitaitoa laitteiston käytössä ja hallinnassa.

Kuvassa 2 nähdään kahden kameran webcast-lähetysten kytkentäkaavio. Oranssilla väriellä merkityt viivat kuvaavat videokuvan siirtymistä, sinisellä merkityt äänen siirtymistä ja mustalla merkityt datan siirtymistä. Värikoodit toimivat vain havainnollistajana, sillä yhdessä kaapelissa voi tilanteesta riippuen liikkua monenlaista sisältöä. Asetelma on tyyppinen koulutustilaisuudessa tai yritysviestinnän tapahtumassa, jossa paikalla on yleisöä. Kuva on yksinkertaistettu, eikä siihen ole sisällytetty esimerkiksi mahdollista valaistuslaitteistoa.



Kuva 2. Webcast-lähetysten yksinkertaistettu kytkentäkaavio.

Videokuva siirtyy kamerapäistä kaapelia pitkin videomikserille, jossa eri kuvat yhdistetään toisiinsa halutulla tavalla. Videomikseriin kiinnitetään ulkoinen näyttö, josta voidaan seurata uloslähtevää signaalia yhdessä kaikkien kamerapäiden kuvan kanssa. Esimerkkitapauksessa kuva viedään mikseristä tietokoneeseen, jonka tehtävä on lähettää kuva eteenpäin internetiin ja edelleen mediapalvelimelle. Videomikseristä riippuen laitteessa voi näyttö olla sisäänrakennettuna tai vaihtoehtoisesti on käytettävä ulkoista näyttöä tai näyttöjä. Molemmissa tapauksissa toimintaperiaate on yhtenevä.

Webcast-lähetykseen voidaan yhdistää myös muuta esitystekniikkaa, kuten diaesityksiä tai etukäteen tehtyjä videoita. Esitystietokoneen kuvan siirtämiseen lähettävään tietokoneeseen voidaan käyttää useita erilaisia tapoja ja tekniikoita. Seuraavassa esitetään muutama yleisesti käytössä oleva vaihtoehto.

- Esityskoneelle asennetaan ohjelmisto, joka välittää näytön kuvaa kaapelissa tai langattomasti toiselle tietokoneelle, joka koostaa kuvan lähetykseen. Järjestelmä voidaan asettaa näyttämään identtistä kuvaa tietokoneen päänäytön kanssa tai vaihtoehtoisesti identtistä kuvaa videotykillä menevän kuvan kanssa. Kuva on reaaliaikainen ja päivittyy esityskoneen näytön mukaisesti, jolloin myös videot tai diaesityksen ulkopuoliset toiminnot välittyvät lähetykseen halutulla tavalla. Haasteena on, että ohjelmisto tulee saada asennettua esityskoneelle. Tiukkojen tietoturva-asetusten vuoksi asentaminen voi kuitenkin olla vaikeaa. Ongelmatilanteissa, kuten kaapelin rikkoutuessa tai irrotessa tahattomasti, kuva menetetään ja ongelman ratkaisemiseksi myös esityskoneella voidaan joutua tekemään toimenpiteitä. Tämä aiheuttaa usein ylimääräistä häiriötä esitykseen. [4.]
- Videoprojektorille menevä kuvasignaali jaetaan niin, että ensimmäinen signaali kulkeutuu lähetykseen ja toinen jatkaa projektorille. Näin valkokankaalla oleva kuva on aina identtinen lähetykseen menevän kuvan kanssa, mutta myös mahdolliset ongelmat näkyvät identtisinä molemmissa päissä.
- Esityskonetta ei kytketä muuhun laitteistoon millään tavalla, vaan käytetään toista konetta, josta diaesitys siirretään lähetykseen. Tällöin dioja naputellaan eteenpäin joko manuaalisesti tai esiintyjän toimintaa seuraavalla kauko-ohjaimella. Mahdollisessa ongelmatilanteessa itse esitys ei häiriinny ja ongelma voi-

daan ratkaista taustalla yleisöltä piilossa. Tällöin kuitenkin diaesityksen ulkopuoliset toiminnot eivät välity lähetykseen. Manuaalisesti toimittaessa voi olla vaikea seurata esiintyjää, erityisesti jos hän siirtyy nopeasti diasta toiseen.

Useissa tapahtumissa tietokoneen näytön saaminen lähetykseen on viestin välittymisen kannalta ehdottoman tärkeää. Haasteita muodostuu videoprojektorin ja tietokoneen yhteistoiminnasta sekä laitteiden välisistä resoluutioeroista. Jos esiintyjä haluaa näyttää sisältöä diaesityksen ulkopuolelta, esimerkiksi joltain internetsivustolta, voi sen siirtäminen lähetykseen olla vaikeaa ilman ennakkovalmistelua tai tarkoitukseen sopivaa kytkentäsovellusta. Myös äänen siirtäminen vaatii toimintoja ennen esityksen alkua. Yllä ensimmäisenä vaihtoehtona esitetty ohjelmiston asennus mahdollistaa sen, että ohjelmisto lähettää kuvan lähiverkossa. Samalla siirtyy myös tietokoneen ääni, jolloin erityisvalmisteluita tai toimintoja ei tarvita esimerkiksi videon äänien ongelmattomaan toistumiseen. [4.]

Tilaisuudessa, jossa on paikalla yleisöä, äänen on siirryttävä lähetyksen lisäksi äänen-toistojärjestelmään. Signaali voidaan halutessa kierrättää äänimikseristä kamerapäälle, jolloin äänet varmuuskopioituvat kamerassa olevalle muistikortille.

Mikäli tapahtumasta tehdään tallenne jälkikäteen, on syytä huomioida varmuuskopioiden tekeminen jo kuvausvaiheessa. Tallentamalla kuvaa suoraan kamerapäihin saadaan kuva talteen, vaikka esimerkiksi kaapeli rikkoutuisi kamerapään ja kuvamikserin välillä. Tilanteessa, jossa ongelmaa ei pystytä välittömästi korjaamaan, on näin toimittuna jälkikäsittelijällä kuitenkin kaikki data käytössään häiriön korjaamiseksi. Kuvan ja äänen varmuuskopiointiin voidaan käyttää myös ulkoisia, tarkoitukseen suunniteltuja laitteita, mutta suoraan laitteeseen tallennus on usein kustannustehokkaampaa. Samalla välteään ylimääräiset kaapelivedot ja liitoskohdat, joista voi mahdollisesti aiheutua ongelmia.

3.2 Tuotantoprosessi

Webcast-lähetyksen tuotantoprosessi voidaan jakaa neljään eri osa-alueeseen: ennen lähetystä tehtävään valmistelevaan osaan, laitteiston rakentamiseen, itse lähetykseen ja jälkituotantoon.

Tuotantoprosessi alkaa määrittelemällä asiakkaan tarpeet ja käytettävissä oleva budjetti. Ennen lähetystä määritellään tarpeellisten kamerapäiden lukumäärä, äänentoiston ja muun esitystekniikan tarve. Kun tarpeet on saatu sovitettua budjettiin ja tuotannon toteutuminen varmistunut, voidaan alkaa siirtyä käytännön asioihin. Tulevalla tapahtumapaikalla tulee tehdä verkkotesti, joko talon omalle internetyhteydelle tai vaihtoehtoiselle yhteysmenetelmälle. Näin mahdolliset ongelmat huomataan ajoissa ja niihin voidaan reagoida. Ennen lähetystä asiakkaalle voidaan luoda oma, uniikki sivusto, josta lähetystä voidaan seurata. Yritysasiakkaiden sivuston ulkonäkö saadaan tukemaan yrityksen julkisuuskuvaa ja brändiä. Vaihtoehtoisesti lähetys voidaan näyttää jossain kaupallisessa sivustossa ja soittimessa, esimerkiksi Youtube-sivustolla.

Mikäli tapahtumapaikka ei ole tarkoitukseen tehty studio, varataan laitteiston kokoamiseen ja testaamiseen tarvittava aika ennen lähetyksen ja tilaisuuden alkua. Kokoamiseen tarvittava aika riippuu tapahtuman luonteesta, tuotannon koosta, mahdollisista esteistä, rajoitteista ja muista tekijöistä, joten aikataulu on aina tapahtuma- ja tuotantokohdainen. Esitystilaan asetetaan tarpeelliset kamerapäät, äänentoisto ja muut esitystekniset laitteistot. Kaikkien laitteiden toimivuus varmistetaan, ja lähetys avataan useita minutteja ennen itse tapahtuman alkua. Näin katsojat voivat todeta lähetyksen toimivaksi ja säätää äänentasot sopivalle tasolle ennen tapahtuman alkua.

Tapahtuman loputtua laitteistot puretaan ja tila jätetään alkuperäiseen kuntoon. Webcastista tehtyyn tallenteeseen tehdään mahdolliset muutokset ja muokkaukset, minkä jälkeen se pakataan ja sijoitetaan verkkolevylle jakamista varten. Tallennetta voi seurata tapahtumalle tehdyiltä sivustolta, tai sitä voidaan jakaa esimerkiksi yrityksen sisäisessä verkossa.

Webcastin tuotanto on joustavaa, mikä mahdollistaa lähetyksen teon käytännössä paikasta riippumatta. Lähetys voidaan asettaa seurattavaksi yrityksen omille sivuille, kaupallisiin palveluihin tai ulkoiselle sivustolle. Vastaavalla tavalla myös tallennetta voidaan jakaa käytännössä rajoitteetta. Toiminnassa korostuvat asiakkaan tarve ja asiakkaalle muotoillut ratkaisut.

3.3 Kustannukset

Nykyään internet on laajalti saatavilla ajasta ja paikasta riippumatta, jolloin internetissä jaettu lähetys mahdollistaa sen seuraamisen ilman riippuvuutta fyysisestä sijainnista. Ilman video- ja lähetystekniikkaa katselijoiden on oltava tietyssä paikassa seuratakseen tapahtumaa, ja tästä aiheutuu kustannuksia ja haasteita tapahtuman järjestäjälle ja paikallitulijoille. Suuren kokoluokan tilaisuuksissa kustannuksia syntyy mahdollisesti vaadittavan tilan vuokrasta, esitystekniikasta, yhteiskuljetuksista ja matkoihin menneestä työajasta. Jos kuulijat joutuvat saapumaan paikalle toisesta maasta, ovat matkoihin sijoitettavat rahat merkittäviä. Lisäksi ihmisten liikuttamisesta syntyy aina saasteita.

Tekemällä tilaisuudesta webcast-lähetys säästytään usealta menoerältä. Lähetystä voi seurata omalta työpisteeltään tai käytännössä mistä tahansa muualta, eikä näin ole tarvetta siirtää ihmismassoja tapahtumapaikalle. Aikaa ei myöskään kulu matkustamiseen, jolloin tehokkaat työtunnit lisääntyvät. Lisäksi lähetys voidaan tehdä pienemmässä tilassa, esimerkiksi jopa pienessä neuvotteluhuoneessa, jolloin tilavuokrasta ja esitystekniikasta aiheutuvat kulut jäävät minimiin.

Webcast-tuotannon hintaan vaikuttavat tapahtuman sijainti, laajuus ja ajankohta. Kamerapäiden, äänentoiston ja valaistuksen määrä aiheuttaa kustannuksia, kuten myös niiden käyttöön tarvittavan henkilökunnan määrä. Tapahtuman kesto, jakelu ja lisätoiminnot ovat merkittäviä hintaa määriteltäessä. Tapahtuman kustannukset ovat tapahtumakohtaisia, ja siksi budjettia laatiessa on mietittävä investoinnista saatavia hyötyjä suhteessa haittoihin. Suorat kustannukset perinteisen tapahtuman järjestämisestä ovat laskettavissa, ja niiden vertaaminen webcast-lähetyksen tekoon on helppoa. Rahallista arvoa tilaisuuden jakamiselle ja tallentamiselle on vaikea määrittää, mutta arvioimalla saatua hyötyä voidaan webcastille määrittää numeraalinen arvo.

3.4 Luonne ja haasteet

Webcast-lähetykset tapahtuvat usein suorana tapahtumallistetusta tilaisuudesta. Itse tapahtumatilassa on perinteinen asetelma esiintyjien ja yleisön vuorovaikutuksen suhteen, ja sen lisäksi tapahtuman seuraaminen internetin välityksellä luo uuden ulottuvuuden vuorovaikutukseen. Esiintyjän, tapahtumatilan tai tekniikan virheet näkyvät paikanpäällä, lähetyksessä tai molemmissa. Ohjaajan ja henkilökunnan rooli on suurin silloin, kun asiat

eivät etene suunnitellusti. Yksi ammattitaidon merkeistä on se, miten tilanteet pystytään hoitamaan mahdollisimman pienellä häiriöllä. Parhaassa tapauksessa suuretkin ongelmat saadaan ratkaistua niin, että yleisö paikanpäällä tai tapahtumaa internetin välityksellä seuraavat eivät huomaa mitään tavanomaisesta poikkeavaa.

Aina ongelmia ei kuitenkaan pystytä täysin välttämään ja peittämään. Tällöin on tärkeintä minimoida vahingot ja estää niiden uusiutuminen. Tapahtuman jälkeen tehtävään tallenteeseen nämä ongelmat pyritään korjaamaan mahdollisuuksien mukaan. Suoran lähetysten vuoksi laitteiden ja varmistusten toiminnan on oltava luotettavaa.

Keikkaluonteisen toiminnan yleisimmät ongelmat liittyvät kaapeleiden irtoamisiin tai rikkoutumisiin, laitteiden häiriöihin tai tilan erikoisominaisuuksiin. Studion ulkopuolisissa lähetyspaikoissa kaapelien vetäminen niin, että niiden päälle astuminen ei ole mahdollista, on usein haastavaa. Yleisön saapuessa paikalle kaapelien päälle astuminen aiheuttaa painetta, joka voi vaurioittaa kaapelin rakennetta. Ongelmaa voidaan välttää kaapelien huolellisella sijoittamisella sekä kaapelisiltojen käytöllä, mutta toimenpiteet eivät aina ole kuitenkaan riittäviä. Elektronisten laitteiden kohdalla on myös mahdollista, että laitteet häiriökäyttäytyvät tai rikkoutuvat ilman selvää ulkoista syytä.

Tapahtumatilan sähköverkon ja internetyhteyden häiriöt ovat tyypillisiä ongelmakohtia, joihin varautuminen on kuitenkin melko helppoa. Yhdistettäessä useita laitteita äänentoistoon voi tilanteessa mahdollisesti muodostua puutteellisesta maadoituksesta johtuvaa häiriöhuminaa. Sähkön aiheuttamat ongelmat saadaan kierrettyä edullisilla maa-erottimilla ja internetyhteyden ongelmat kahdentamalla yhteys.

Keikkatilanteissa ja suorissa lähetyksissä muodostuvia ongelmia ei ole mahdollista poistaa kokonaan, mutta niiden aiheuttamien vahinkojen minimointi on mahdollista hyvällä ammattitaidolla ja valmistautumisella. Suoran ja tallennettavan lähetysten suurin ero on uusintaottojen tekeminen. Suorassa lähetyksessä niitä ei ole mahdollista tehdä, mutta tallennettaessa ottoja voi hioa useita kertoja.

Vaikka kaikkeen tekniseen yrittäisi varautua, ongelmia voi aiheutua myös inhimillisistä syistä. Esiintyjän virheen, kompastumisen tai sairauskohtauksen mahdollisuutta on mahdoton poistaa kokonaan. Yksi tapa välttää ongelmat on nauhoittaa tilaisuus etukäteen ja näin varmistua lähetykseen päätyvän tilaisuuden sujuvuudesta. Tämä tallenne voidaan

lähettää myöhemmin ”suorana” lähetyksenä. Jos paikalla on yleisöä, ei tiedon samanaikainen saanti kuitenkaan toteudu.

3.5 Jälkituotanto

Suoran lähetyksen ja tilaisuuden jälkeen on tavallista, että asiakkaalle toimitetaan tallenne tehdystä lähetyksestä. Tallenne voi olla alkuperäinen lähetys sellaisenaan tai editoitu versio samasta tilaisuudesta. Tyypillisesti jälkituotantona videoon tehdään virheiden korjaukset, taukojen ja väliaikojen poistamiset sekä alku- ja lopputekstien lisääminen. Kuvalle voidaan tarvittaessa tehdä värikorjauksia, äänenvoimakkuuksien tasaamista ja tiettyjen kohtien sensurointia. Webcast-lähetyksen tallenne on kuin mikä tahansa muu video, johon voidaan soveltaa kaikkia editointitekniikoita.

Tallenne sijoitetaan asiakkaan toiveen ja sopimuksen mukaiseen paikkaan, josta sitä voi jälkikäteen katsoa. Tilaisuuden luonteesta riippuen video voi olla salainen ja sijaita esimerkiksi yrityksen sisäisessä tiedotusjärjestelmässä. Vaihtoehtoisesti video voi olla täysin julkinen ja sijaita jollain yleisellä palvelimella kaikkien saatavilla.

4 Webcast-lähetyksen pelillistäminen

Erilaisten toimintojen pelillistämässä (engl. gamification) peleistä tuttuja ja peleissä yleisesti käytössä olevia elementtejä tuodaan toimintaympäristöihin, joissa pelielementit eivät tavallisesti esiinny. Uusille yrityksille pelillistäminen tarjoaa potentiaalisesti uuden markkina-alueen. Aktiivisesti toimivissa yrityksissä pelillistäminen voi luoda palvelulle lisäarvoa, edesauttaa kilpailuedun syntymistä ja erityisesti mediataloissa suurentaa harrastetoiminnan ja ammattimaisen toiminnan eroa.

Tavanomaiset pelit eivät ole enää ainoastaan lasten ja nuorten suosiossa, vaan pelaajia on kaikissa ikäryhmissä. Koko pelaamisen luonne on viimeisten vuosien aikana muuttunut arkipäiväiseksi ja kaikkialla läsnä olevaksi. Mies- ja naispelaajien lukumäärässä on vain muutaman prosentin ero. Mobiililaitteilla pelaamista tapahtuu kaikkialla. Monet pelien käyttäjät eivät edes tiedosta peleihin käyttämäänsä aikaa. Arkipäiväisyys ja yleistyminen ovat merkkejä siitä, että pelien mekanismit toimivat iästä, sukupuolesta ja ajan kohdasta riippumatta. [5.]

4.1 Mekanismit

Peleissä itsestäänselvytenä pidettyjen elementtien tunnistaminen ja havainnointi edesauttaa niiden tuomista muihin ympäristöihin. Tiettyjen periaatteiden tunteminen on välttämätöntä toimivan ja innostavan ympäristön luomiseksi. Bunchball-yhtiö on listannut sivulleen kymmenen mekanismia, jotka kuvaavat pelillistettäviä elementtejä ja toimintoja ja niistä saatavia hyötyjä. [6.]

1. Käyttäjälle välittömästi suoritteen jälkeen annettava palaute tehostaa toimintaa ja opettaa virheistä. Kun käyttäjä saa välittömästi toiminnon jälkeen palautteen sen menestyksestä, hän huomaa tehdyt virheet ja pystyy oppimaan niistä tai muuten kehittämään toimintaansa. Kannustaminen ja rohkaiseminen ovat omiaan lisäämään motivaatiota. Jos palaute tulee viiveellä, sen hyöty pienenee. Tenttiin tai kokeeseen loppuvissa koulutustilaisuuksissa palautteen saaminen venyy päivästä viikkoihin, jona aikana opitut asiat unohtuvat, eikä palaute sellaisenaan ole enää hyödyllistä. Palautteesta hyötyminen edellyttäisi syvällistä perehtymistä asiaan. Kun palaute seuraa heti suorituksen jälkeen, ovat asiat vielä tuoreessa muistissa ja palautteesta oppii välittömästi. [6.]

2. Tulosten asettaminen läpinäkyviksi mahdollistaa vertailun muiden kanssa. Näyttämällä ja näkemällä oman kehittymisensä tai sijaintinsa suhteessa muihin motivoi toimimaan paremmin ja tehokkaammin. Mittarina voi toimia mikä tahansa alaan soveltuva järjestelmä. Kun näkee muiden tuloksen ja siihen johtaneet syyt ja teot, voi omaa toimintaa verrata tehokkaampiin toimijoihin. Eroavaisuuksia analysoimalla oman toiminnan kehittäminen on helppoa. [6.]

3. Pitkän ja lyhyen aikavälin tavoitteet edesauttavat tavoitteiden saavuttamisessa ja aikataulussa pysymisessä. Kun tavoitteet ovat sopivan suuruisia tai ositettu järkevästi, ne motivoivat niissä pysymiseen ja hyvät suoritukset tuovat onnistumisen tuntemuksia. Huonolla suunnittelulla voi tosin olla päinvastainen merkitys, sillä liian kovat tavoitteet ja tavoitteisiin pääsemisen epäonnistuminen voi myös lannistaa. [6.]

4. Hyvistä suorituksista palkitseminen kannustaa jatkamaan samalla tavalla tai parantamaan toimintaa. Virtuaaliset tai fyysiset palkinnot ovat tunnustuksia menestymisestä ja etenemisestä, ja niiden vertailu toisten kanssa kannustaa yhä parempaan toimintaan. Jos palkinnot ovat jo itsessään tavoittelemisen arvoisia, ne ovat tulospalkkausta vastaava motivaattori. [6.]

5. Tason nouseminen ja pelihahmon kehittyminen antaa mahdollisuuden seurata pitkän aikavälin kehittymistä. Se, että käyttäjä on tietyllä tasolla, avaa kuvitteellisia ovia ja mahdollistaa uusien haasteiden vastaanottamisen. Korkealla tasolla olevalle hahmolle voidaan antaa työtehtäviä, jotka hänen tiedetään hallitsevan. Työtehtävät pystytään järjestämään niin, että kaikki saavat oman osaamistasonsa mukaisia työtehtäviä. [6.]

6. Tason seuraaminen ja siihen reagointi mahdollistaa helpon alun uusille käyttäjille, mutta haastaa pidempään palvelua käyttäneet. Uusille käyttäjille voidaan aluksi opettaa palvelun käytön periaatteet ja toiminnot, minkä jälkeen varsinaiset haasteet vasta alkavat. [6.]

7. Kilpailutilanteen luominen työyhteisön ja työyhteisöjen välille luo vertailua ja auttaa oppimaan muilta. Jos toiset menestyvät paremmin, voidaan miettiä syitä heidän menestykseensä ja sitä kautta kehittää omaa toimintaa. [6.]

8. Yhteistyö ja yhteistyöllä saavutettavat paremmat tulokset edesauttaa tehokkaan työtavan löytymistä. Jonkin ison ongelman ratkaiseminen yhteistyön avulla voi olla tehokkaampaa kuin yksilöiden panos ongelmaan yhteenlaskettuna. Muiden osallisten tietojen hyödyntäminen ja tunnustuksen antaminen siitä, miten yksilön panos on auttanut koko ryhmää eteenpäin, luo yhteisöllisyyttä ja kannustaa toimimaan yhteisen tavoitteen eteen. [6.]

9. Pisteiden kerääminen ja ansaitseminen erilaisista tehtävistä ja haasteista motivoi työntekijöitä. Pisteillä voidaan mitata menestystä, tai sitten ne voivat olla osia jonkin isomman saavuttamiseen. [6.]

10. Yhteisö luo merkityksen pelillistämislle. Vertailu, kilpailu, oppiminen, yhteistyö ja muu johtaa lopulta aina takaisin yhteisöön. [6.]

Kuten useissa kohdissa nähdään, pelillistämisen elementit toimivat motivaattorina jonkin tavoitteen saavuttamiseen. Lisäksi on huomattava, että monet edellä olevan listan kohdista eivät ole uusia tai millään tavalla ainutlaatuisia. Niitä on toteutettu eri muodoissa jo vuosikymmenten ajan. Pelillistämisen mekanismien laajempi, tiedostettu ja konkreettinen käyttäminen on kuitenkin verrattain uusi asia. Mekanismien tunteminen auttaa niiden tuomista uusiin ympäristöihin, kuten esimerkiksi osaksi webcast-lähetystä.

Pelillistämisen elementtejä on kaikkialla, ja erityisesti lasten toiminnassa ne näkyvät peleissä, leikeissä ja toiminnassa. Kokeiden jälkeen arvosanoja ja vastauksia vertaillaan. Vertailun ohessa ilmi tulleet eroavaisuudet opettavat lapsia, ja tietoja voi hyödyntää jatkossa. Kaiken toiminnan perimmäinen tarkoitus on oppia uusia asioita, jolloin vertailu, kilpailu ja muut pelielementit ohjaavat kohti tätä tavoitetta. Opettaja voi motivoida lapsia toimimaan tehokkaammin tietyn suorituksen jälkeisillä palkinnoilla. Riippumatta siitä, onko palkinto sanallinen kehu tai fyysinen tutote, oikein valittu palkinto motivoi ja kannustaa toimimaan paremmin.

Nuorilla ja aikuisilla pelillistämisen elementtejä on tuotu selkeästi esille liikunta- ja hyvinvointipalveluiden puolella. Painonpudotuksen seuraamiseen on tehty erilaisia visuaalisointeja ja kehityskäyriä, joista voi seurata oman kehityksensä lisäksi omaa kehitystään suhteessa muihin. Liikuntapalveluissa voi kehittää erilaisia haasteita yhteisön välille ja onnistuneista suorituksista palkitaan esimerkiksi kunniamerkein. Ominaisuuksia myös yhdistetään virtuaaliseen todellisuuteen ja esineiden internetiin, jolloin saavutetaan reaaliaikainen kilpailutilanne yhteisöön. [7; 8.]

4.2 Pelillistäminen osana webcast-lähetystä

Webcast-lähetyksiä tehdään useista sijainneista ja useista erilaisista tilaisuuksista. Tulosjulkistukset, urheilutapahtumat, viihteelliset ja niitä vastaavat lähetykset sisältävät katsojia kiinnostavan aspektin jo itsessään. Esimerkiksi tulosjulkistuksessa katsojia kiinnostavat julkistuksen numerot, niihin johtaneet tapahtumat ja tulevaisuuden tilanne. Katsojille nämä ovat lähetyksen tärkein asia, eikä heidän kiinnostuksensa lisäämiseen tarvita keinotekoisia toimia tai lisäominaisuuksia. Pelillistämisellä ei myöskään ole tarvetta saada lähetykselle lisää katsojia, sillä kohdeyleisöön kuulumattomat katsojat vääristävät tilastoja ja ovat suurina määrinä ylimääräinen kuluerä. Toisentyyppisissä lähetyksissä, joissa mielenkiinnon ylläpito on tärkeää, tilanne on erilainen.

Esimerkiksi webcastina lähetetyissä koulutus-, tiedotus- ja palautetilaisuuksissa pelillistäminen voi luoda lähetyksestä huomattavasti kiinnostavamman ja näin lisätä motivaatiota ja tarkkaavaisuutta sen seuraamiseen. Lisäksi opettajat tai johtohenkilöt pystyvät seuraamaan kehitystä ja tiedon perillemenoja ja reagoimaan saatuun palautteeseen. Tilaisuuksissa, joissa yleisöltä kaivataan palautetta, pelillistämisellä voidaan lisätä palautteen määrää ja laatua.

Kuvitellaan tilanne, jossa yritys järjestää webcast-lähetettävän tiedotustilaisuuden työntekijöilleen. Paikalla olevan yleisön lisäksi tilaisuutta seurataan myös työpisteiltä ja koti-toimistoista. Tilaisuuden aiheena on käydä läpi aiemmin kerättyä palautetta ja kehittää yrityksen toimintaa jatkossa.

Tyypillisesti tilaisuus alkaisi johtajan puheella, jonka jälkeen yleisölle annetaan mahdollisuus esittää kysymyksiä ja ajatuksia. Jossain vaiheessa tilaisuutta ideoidaan toimintaehdotuksia yrityksen tulevaisuudesta. Paikalla oleva yleisö pystyy osallistumaan ideoiden kehittämiseen ja kysymään kysymyksiä, minkä lisäksi sosiaalisen paineen vuoksi yleisön on osallistuttava ja seurattava toimintaa ainakin osittain. Webcast-lähetystä seuraavilla tilaisuuteen osallistuminen on vaikeampaa ja rajattua eikä sosiaalista painetta seuraamiseen ole. Jos tilaisuuden aihealue ei sisällöltään ole tarpeeksi kiinnostava, voi katsojan ajatus siirtyä muualle ja lähetyksen seuraaminen jää toissijaiseksi toimeksi.

Lähetyksen kiinnostavuutta voidaan lisätä tuomalla sen oheen uusia elementtejä. Tilaisuuden loppuvaiheen kysymysosissa myös lähetystä seuraavilla on oltava toimiva kanava kysymysten esittämiseen. Ideointiosioon osallistuminen sen sijaan on perinteisillä keinoilla mahdotonta tai epätarkoituksenmukaista. Luomalla pistejärjestelmä, jossa jokaisesta kehitysideasta saa esimerkiksi yhden pisteen, pystytään motivoimaan myös etäkatsojia. Lähetyksen jälkeen parhaan ehdotuksen tai eniten ehdotuksia keksinyt henkilö tai ryhmä voidaan palkita. Jos tämäntyyppinen tilaisuus toistuu usein, voidaan palkinnot jakaa jonkin aikavälin parhaalle suoriutujalle. [9, s. 4–6.]

Toistuvien tilaisuuksien välissä kehitettyjen ideoiden määrää voidaan seurata julkisilla listoilla. Näissä listoissa työntekijän nimi yhdistetään ideoiden määrään ja eniten ideoinut on listalla ensimmäisenä. Syntynyt positiivinen kilpailutilanne motivoi keksimään ideoita tilaisuuksien aikana ja tilaisuuksien välillä. Vastineeksi yritys saa suuren määrän ideoita, joiden avulla se voi kehittää toimintaansa. Lisäpisteitä voidaan myöntää erityisen hyvistä ideoista, tilaisuuksien aikana esitetyistä kysymyksistä tai hyvistä työsuorituksista. Parhaiten suoriutuneet työntekijät voidaan kunnian lisäksi palkita muilla palkinnoilla. [9, s. 4–6.]

Mikäli kyseessä on koulutus- tai siihen rinnastettava tilaisuus lähetyksen aikana tai sen jälkeen voidaan katsojille esittää kysymyksiä, joiden avulla seurataan heidän oppimistaan ja keskittymistään. Kysymykset toimivat erityisen hyvin silloin, kun asiakokonaisu-

desta annetaan jokin arvio. Esimerkiksi lukiokurssin tuntien läsnäolopakko voidaan korvata webcast-lähetyksillä ja katsojien aktiivisuutta ja tarkkaavaisuutta seurata kysymysten avulla. Vastaukset voivat olla osa arvostelua, korvata kurssikokeen tai olla edellytyksenä kokeeseen osallistumiselle. Reaaliaikainen pistejärjestelmä pitää opiskelijan ajan tasalla menestymisestään. Näyttämällä opiskelijan pisteet suhteessa muihin opiskelijoihin häntä voidaan kannustaa kilpailun avulla. [9, s. 4–6.]

Suoraa lähetystä ei voida katkaista, mutta tallenteita seurattaessa oikea vastaus esitettyyn kysymykseen voi olla peruste videon jatkamiselle. Suuremmissa mittakaavassa voidaan luoda järjestelmä, jossa on selviydyttävä läpi helpoista kursseista päästäkseen katsomaan vaikeampia. Tällöin katsojalle voidaan luoda oma pelihahmo, joka kehittyy läpäistyjen kurssien lukumäärän mukaisesti. Kun käyttäjän hahmo on kehittynyt tarpeeksi, hänen voidaan todeta hallitsevan aihealueen. Tämentyypinen ratkaisu voisi korvata esimerkiksi autokoulun teoriakokeen. [9, s. 4–6.]

4.3 Pelillistäminen ja interaktio

Pelillistetyt webcast-lähetykset ja niiden interaktio voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan. Ensimmäisessä katselijalle tuotetaan pelillistämisen elementtejä yksisuuntaisesti ilman, että esiintyjä saa mitään tietoa katsojan toiminnasta. Toisessa tavassa esiintyjän ja katsojien välille luodaan reaaliaikainen ja kahdensuuntainen interaktiutilanne.

Ensimmäisessä, yksisuuntaisessa pelillistämisessä katsojalta voidaan esimerkiksi kysyä jokin kysymys, johon hänen tulee vastata. Mikäli kyseessä on suora lähetys, ei vastauksella tai vastaamattomuudella voi olla merkitystä lähetyksen jatkon kannalta. Mikäli vastaus on väärä, voidaan katsojaa pyytää vastaamaan uudestaan tai opastaa häntä ohjein oikean vastauksen saamiseen. Mikäli katsoja ei reagoi tilanteeseen millään tavalla, ei jatkotoimenpiteisiin voida ryhtyä ilman lähetyksen katkeamista. Tilanne on kuitenkin eri katsottaessa etukäteen tehtyä materiaalia, esimerkiksi live-tallennetta tai tarkoitukseen tehtyä videota. Tällöin katsojalta voidaan edellyttää monivalintakysymykseen oikeaa vastausta videon etenemisen jatkamiseksi. Vastaavalla tavalla vastauksille voidaan asettaa erilaisia sääntöjä tai määritteitä, esimerkiksi tietyn sanamäärän muodossa. Vastauksien perusteella voidaan seurata katsojan aktiivisuutta, ja vastauksiin voidaan liittää muita elementtejä, kuten pisteytyksiä tai palkintoja.

Toisessa tapauksessa, kaksisuuntaisessa interaktiossa, katsojalta saadut vastaukset välittyvät jollain tavalla esiintyjän, paikallaolevien katselijoiden tai molempien tietoisuuteen. Esiintyjä voi tällöin tehdä johtopäätöksiä saaduista vastauksista, kommentoida niitä ja halutessaan muuttaa esityksen sisältöä vastausten perusteella. Vastaavat kysymykset voidaan esittää myös tallennetta seuratessa, mutta luonnollisesti tässä tapauksessa vastauksella ei ole merkitystä esityksen etenemisen kannalta. Vastauksista voidaan kuitenkin ylläpitää tietokantaa ja saada selville pidemmän aikavälin trendejä ja suhteita. Tästäkin tapauksessa vastausaktiivisuudesta tai vastausten laadusta voidaan antaa vastaajalle pisteitä. Äänestyksissä esiintyjä pystyy reagoimaan saatuun tulokseen ja kommentoimaan sitä tuoreeltaan.

4.4 Viive

Toteutettaessa kaksisuuntaista interaktiota edellyttävä lähetys, viiveen minimointi tai sen hallinta on keskeisessä osassa. Kahdenkeskisessä puheyhteydessä viive osaanottajien välillä saa olla enintään 800 millisekuntia ja suositus on 300 millisekuntia. Mikäli viive on tätä pidempi, se tekee luonnollisen keskustelun ylläpidosta vaikeaa. [10, s. 36–37.]

Edellä mainitusta aikamäärityksestä pystytään kuitenkin joustamaan hyvinkin paljon, mikäli tarvetta luonnollisen keskustelun ylläpitämiseksi ei ole. Tavallinen koulutustilanne, jossa yleisöltä kysytään vastausta tai mielipidettä johonkin asiaan, ei läheskään aina edellytä luonnollista keskustelua. Tässä tilanteessa esiintyjä kysyy kysymyksen, minkä jälkeen vastaus voi alkaa useinkin sekunnin viiveellä. Vastauksen loputtua vastaava muutaman sekunnin viive ennen esiintyjän jatkoa ei ole merkityksellistä. Toisaalta jos viive on liian suuri, se vaikuttaa tilaisuuden sujuvuuteen ja usein toistuessaan aiheuttaa häiriötä.

Kun pelillistäminen tapahtuu ilman suoraa interaktiota, esimerkiksi äänestyksen muodossa, viiveen merkitys vähenee entisestään. Taitava ja tilanteen ymmärtävä esiintyjä voi kysymyksen esitettyään puhua jotain muuta aiheeseen liittyvää, jolloin yleisöllä on aikaa vastata kysymykseen. Hetken kuluttua äänestyksen lopputulos voidaan ottaa näkyville niin haluttaessa. Vastaava tilanne pätee jokaiseen tilanteeseen, jossa yleisö vaikuttaa lähetykseen joko valitsemalla ennalta määritetyn vastausvaihtoehdon tai kirjoittamalla vapaamuotoisen vastauksen. Kunhan asiaa on suunniteltu etukäteen ja se on otettu huomioon, on teoriassa mahdollista peittää jopa useiden minuuttien viiveet. Tämä

tosin saattaa tehdä esityksestä katkonaisen, niin että esityksessä edetään määrittelemättömän oloisesti aiheesta toiseen. Hyvällä suunnittelulla ongelma on kierrettävissä, mutta viiveen minimoiminen tekee esityksen suunnittelemisen huomattavasti helpommaksi ja edesauttaa ehyen kokonaisuuden saavuttamista.

Webcast-lähetyksessä viivettä muodostuu signaalin matkatessa lähetyspaikalta palvelinkeskukseen, videon transkoodauksessa ja pakkauksessa, videon matkatessa palvelinkeskuksesta päätelaitteelle ja päätelaitteen puskurimuistivarauksesta. Matkaan kuuluva aika on usein vähäinen, mutta transkoodauksessa ja lähetysprotokollasta johtuva viive voi kasvaa kymmeniin sekunteihin. Useissa nykyisin käytävistä protokollista lähetys tapahtuu muutamasta sekunnista kymmeniin sekunteihin kestävässä segmentissä. Tällöin aiempaa segmenttiä näytetään seuraavien latautuessa. Näytettävän segmentin on oltava valmis kokonaisuudessaan ennen sen näyttöä loppukäyttäjälle. Tätä viivettä voidaan lyhentää pienentämällä segmenttien kestoja, mutta samalla päätelaitteelta vaadittavan internetyhteyden ja tehon vaatimukset kasvavat. Täysin viiveettömiksi suunniteltujen lähetysprotokollien käyttö on vaikeaa erityisesti mobiililaitteilla. [11; 12.]

Perinteisessä yksisuuntaisessa lähetyksessä viiveen määrä on yleisesti ottaen merkitykseton. Vaikka lähetystä nimitetään suoraksi, siinä on aina viivettä jakelutavasta riippumatta. Jos katsojalla ei ole suoraa näkö- tai kuuloyhteyttä tapahtumapaikkaan, ei hän myöskään tiedosta lähetyksessä olevaa viivettä. Mikäli tapahtumaa halutaan seurata sekä paikanpäällä että lähetyksestä, on viive joko minimoitava tai paikallinen lähetys tuotettava erillisellä järjestelmällä. Käytännössä paikanpäällä, esimerkiksi isolta valkokankaalta seurattaessa, lähetys tuodaan näkyville suoraan videomikseristä tai kamerasta. Joissain tuotannoissa suoraan lähetykseen asetetaan manuaalisesti lyhyehkö viive, jonka avulla lähetyksestä voidaan sensuroida esimerkiksi asiattomia eleitä tai kielenkäyttöä. [11.]

Erikoistilanteissa, joissa viiveen hallinnalla on suurempi merkitys, voidaan viivettä yhteinäistää manuaalisesti. Tämän tyyppisiä tilanteita tulee esiin esimerkiksi tulosjulkistuksissa, jossa sijoittajille on taattava tiedon saanti yhtäläisenä ajankohtana. Myös pelillistämässä viiveen minimointi ja hallinta on tärkeässä osassa, jotta katselijoilta toivottava interaktio toimisi luontevalla ja tilanteeseen sopivalla tavalla. [13.]

Tilanteessa, jossa viive on yhtenäistetty eri lähetyksprotokollien välillä, voidaan pelielementtien tuontia suoraan lähetykseen viivästä vastaavalla sekuntimäärällä. Tällöin elementti lisätään lähetykseen samalla hetkellä, kun sen tarve esityspaikalla ilmaantuu. Viiveen ansioista pelielementti ilmaantuu lähetyksen seuraajille oikeaan aikaan. Vaihtoehtoisesti lähetyksen etenemistä voidaan tarkkailla seuraamalla samaa videosyötettä, jota myös muut katsojat seuraavat, ja reagoimalla sen etenemiseen. Myös tällöin elementti tulee katsojille nähtäväksi oikealla hetkellä suhteessa lähetyksen etenemiseen. Sivustolle luotavat elementit saadaan tarvittaessa näkyviin lähes viiveettä. [13.]

Pelielementin oikea-aikaisuus ja synkronointi lähetyksen etenemiseen on tärkeää. Mikäli esiintyjä pitää muutaman sekunnin tauon kysymyksen tai muun toiminnon esittelemisen jälkeen, on lähetyksen katsojilla oltava mahdollisuus vastata kysymykseen juuri tällöin. Jos pelielementti tulee katsojille näkyviin ennenaikaisesti, ei esiintyjä mahdollisesti ole ehtinyt sitä pohjustaa tai kysymyksen ei ole esitetty vastausta. Jos kysymys tulee katsojille myöhässä, se häiritsee lähetyksen seuranta ja kysymyksen esittämisen jälkeinen muutaman sekunnin tauko menee hukkaan. Oikea-aikaisesti käytettynä pelielementit ovat luonteva lisä tavanomaiseen webcast-lähetykseen. [13.]

4.5 Tulevaisuus

Suomessa pelillistämistoiminta on alkutekijöissään, mutta muualta saatujen kokemusten perusteella on vain ajan kysymys, milloin sen suurempi hyödyntäminen alkaa. Tarvittava tekniikka on olemassa, ja lisäksi viime vuosien peliteollisuuden kehittyminen ja nousu ovat luoneet suuren määrän osaajia pelialalle. Samoja tekniikkoja ja metodeja hyödyntämällä pelielementtejä voidaan tuoda mukaan lähes kaikkeen toimintaan. Suurimmat hyödyt ovat koulutuksen ja koulutuksenomaisilla aloilla, mutta esimerkiksi markkinoinnissa pelillistämällä saatavia hyötyjä on paljon.

Webcasteihin pelillistäminen luo uuden elementin, joka nostaa palvelun arvoa ja luo eron harraste- ja ammattitoiminnan välille. Webcastien tekemiseen ei enää nykyisin tarvita erikoisosaamista, joten käytännössä kuka tahansa voi niitä tehdä. Ammattimaisille toimijoille tämä tarkoittaa sitä, että heidän on erotuttava jollain tavalla harrastelijoista. Pelillistäminen on siihen yksi luonteva keino.

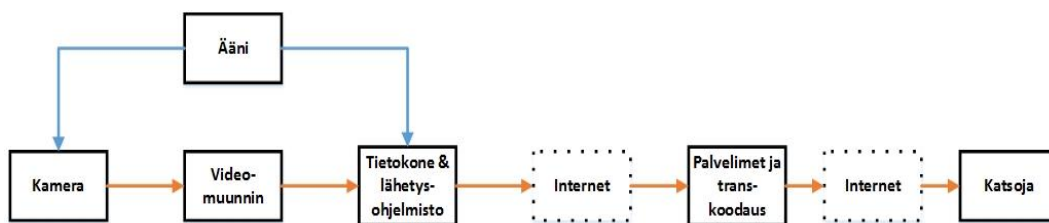
5 Webcast-lähetyksen jakelu

Verkkovideolähetyksen jakelukokonaisuus muodostuu pienemmistä osioista, jotka yhdessä toimiessaan mahdollistavat videokuvan välittämisen suorana useisiin päätelaitteisiin. Jakeluprosessi alkaa kamerasta, johon tilääni yhdistetään tapahtumaan nähden sopivalla tavalla. Kuva- ja äänisignaali johdetaan tämän jälkeen internetin välityksellä mediapalvelimelle ja sieltä edelleen loppukäyttäjien päätelaitteisiin. Tilaisuudessa paikn päällä tehtävät työvaiheet ovat vain osa siitä, mitä tarvitaan webcast-lähetyksen tuottamiseksi ja välittämiseksi katsojille.

Jakeluun tarvittavan laitteisto on mahdollistaa rakentaa ja hallinnoida yrityksen sisäisesti, ulkoistaa se kokonaan kolmannelle osapuolelle tai edellä mainittujen yhdistelmänä. Yrityksen ei aina ole kannattavaa hallinnoida koko jakeluketjua itse, jolloin resursseja säästyy muualla käytettäväksi. Jakeluketjun täysi muokattavuus ja mukautuvuus edellyttävät koko jakeluketjun täydellistä hallittavuutta, ja se saavutetaan ainoastaan silloin, kun yritys omistaa jokaisen laiteketjun osan.

5.1 Jakelukokonaisuus

Suora videokuva tapahtumapaikalta katsojille pystytään välittämään useille eri tavoilla, mutta lähetyksen onnistumiseksi vaaditaan aina tietyt pääperiaatteelliset laitteistot ja prosessit. Kuvassa 3 nähdään yksinkertaistettu kuvaus prosessin eri vaiheista ja niissä tapahtuvista toimenpiteistä. Tapahtumapaikalla videokuvaan liitetään ääni, joka välitetään tietokoneeseen, jossa sopiva ohjelmisto pakkaa ja lähettää videokuvan edelleen internetissä mediapalvelimelle. Mediapalvelin purkaa ja käsittelee videon sellaiseksi, että sen välittäminen loppukäyttäjälle mahdollistuu sopivassa tiedostomuodossa. Viimeisessä vaiheessa katsoja pyytää palvelimelta videota nähdäkseen internetselaimeen upotetulla videosoittimella tai tarkoitukseen tehdyllä ohjelmistolla.



Kuva 3. Webcast-tuotannon yksinkertaistettu jakelukokonaisuus.

Jakeluketjussa vaihteita voi olla useita. Käytännön sovelluksissa ketjun osioiden vähempi lukumäärä ei kuitenkaan ole mahdollista. Osiot voivat olla piilotettuja, ja videoiden lähetysohjelmien myötä palvelinpään tehtävät voivat olla täysin automatisoituja ja käyttäjälle näkymättömissä. Tällöin videon lähettäjältä ei edellytetä kaikkien vaiheiden tuntemusta, eikä onnistuneen lähetyksen tuottamiseksi tarvita prosessien olemassaolon täyttä tiedostamista. Käsiteltäessä ja optimoitaessa palvelinpään toimintoja käyttäjän tarkoituksiin paremmin soveltuviksi vaiheiden ja prosessin tunteminen on tehtävästä muutoksesta riippuen suositeltavaa tai jopa pakollista.

Saatavilla on maksuttomia palveluita, joissa suoran videolähetyksen tuottaminen on pyritty tekemään käyttäjälle mahdollisimman vaivattomaksi. Tällöin palvelulle annetaan ainoastaan videosyöte esimerkiksi kannettavan tietokoneen kamerasta, minkä jälkeen palvelun automatiikka huolehtii käytännössä kaikesta muusta. Lopputuloksena käyttäjälle luodaan linkki, josta lähetystä voidaan seurata. Maksuttomien tai edullisten palveluiden haittapuolena on usein, että videolähetykseen lisätään esimerkiksi mainoksia tai vesileima ja lähetyksen ja videoikkunan säätömahdollisuudet ovat rajoitettuja. Lisäksi lähetyksen linkistä, soittimesta ja sivustosta voi päätellä käytettävän palveluntarjoajan. Rajoitteista päästään eroon käyttämällä maksullisia palveluita tai rakentamalla jakeluinfrastruktuuri ja huolehtimalla siitä joko osittain tai kokonaan omatoimisesti. Näin toimimalla säilytetään kontrolli kaikkien toimintojen osalta, jolloin videoikkunaa, soitinta, jakelua ja muita toimintoja voidaan muokata rajoitteetta.

Kustannuksiin vaikuttavat tapahtuman luonne, yrityskuva ja lähetyksellä ulospäin luotava ja ylläpidettävä julkisuuskuva. Maksuttomat palvelut vaativat vain pieniä sijoituksia, mutta esimerkiksi ulkoisen palveluntarjoajan vesileima voi olla yrityksen imagon kannalta haitallinen. Toisaalta jos tarkoitus on ainoastaan saada viesti välitettyä, ei maksullisiin palveluihin sijoittaminen ole aina perusteltua.

5.2 Yhteysmenetelmät

Internetvideolähetyksiä voidaan välittää palvelimelle käyttäen yhtä tai useampaa yhteys-tekniikkaa. Yleisintä on käyttää kiinteistön kiinteää laajakaistayhteyttä. Toinen vaihtoehto on toteuttaa lähetyksen mobiiliverkon kautta 3G- tai 4G-datayhteydellä. Kolmas ja selkeästi vähiten käytetty vaihtoehto on käyttää satelliittilinkkiä. Jos lähetystila sijaitsee samassa kiinteistössä tai sen välittömässä läheisyydessä mediapalvelimien kanssa, voidaan signaali viedä palvelimelle suoraan kaapeleita pitkin, ilman tarvetta käyttää internetiä tässä siirtovaiheessa.

Kiinteää laajakaistaa pyritään käyttämään aina, kun se vain on mahdollista. Yrityskiinteistöissä tai tapahtumataloissa lähes poikkeuksetta löytyvä yhteysmenetelmä ei aiheuta lisäkustannuksia, on tyypillisesti luotettava ja tarpeeksi nopea videon välittämiseksi. Haasteita voi kuitenkin aiheutua sisäisen verkon estoista, rajoitteista ja palomuureista. Ensimmäistä kertaa uudessa kiinteistössä lähetystä tehtäessä onkin tärkeää testata yhteyden toimivuus hyvissä ajoin ennen tuotannon alkamista. Näin mahdollisiin ongelma-kohtiin pystytään reagoimaan ajoissa. Suurissa organisaatioissa järjestelmät ovat monimutkaisia, jolloin mahdollisen ongelman selvittäminen voi viedä huomattavan paljon aikaa. Jos ongelma ilmestyy juuri ennen lähetyksen alkua, voi tilanne olla erityisen kriittinen, sillä ratkaisun löytäminen voi vaatia monen eri järjestelmäosion muuttamista. Verkoston tekeminen on asiakasyritykselle onnistuessaan ylimääräinen kulu, mutta jos järjestelmät pysyvät muuttumattomina, se tarvitsee tehdä vain kerran. Toistuvien lähetysten tekeminen on näin edullisempaa kuin yksittäisen lähetyksen teko.

Kiinteän yhteyden käyttäminen ei kuitenkaan ole aina mahdollista tai tarkoituksenmukaista. Mobiilidatan käyttöön turvaudutaan silloin, kun kiinteää yhteyttä ei ole käytettävissä tai jos mobiilidatalla saavutetaan käyttökelpoisempi nopeus tai luotettavuus. Joidenkin yritysten tietoturva ei myöskään salli ulkopuolisten käyttää yrityksen yhteyttä. Käyttämällä esimerkiksi Cloudstreetin toimittamaa ratkaisua pystytään matkapuhelinverkon kaistasta varaamaan tarvittava määrä lähetyksenkäyttöön, jolloin ulkopuoliset häiriöt eivät vaikuta toimintaan. [14.] Suurissa yleisötapahtumissa langaton mobiiliverkko voi olla ylikuormitettu, jolloin tavanomaisia yhteyksiä käyttäen ei saada tarvittavaa kaistanleveyttä videon välittämiseksi. Tavallisen mobiililaajakaistan käyttäminen aiheuttaa sopimustyyppistä riippuen kymmenien eurojen kustannuksen. Cloudstreetin käyttö ja kaistan varaaminen aiheuttaa noin kymmenkertaiset kustannukset verrattuna tavanomaiseen mobiilidataan. [13; 14.]

Mikäli ollaan alueella, jossa ei saada riittävää nopeutta tai luotettavuutta kummallakaan edellä mainituista tekniikoista, voidaan käyttää satelliittitekniikkaa. Tällöin ainoa vaatimus on, että antennilla ja satelliitilla on oltava esteetön näköyhteys. Hinnoittelu perustuu käyttöön ja tarvittavien laitteiden hankinta- tai vuokrauskustannuksiin. Satelliittilinkin käytön kustannukset ovat noin viisinkertaiset verrattuna Cloudstreetin käyttöön. [13; 15.]

5.3 Lähetyslaatu ja tekniset vaatimukset

Tapahtumapaikalta live-lähetystä tehtäessä käytettävissä olevan internetyhteyden kaistanleveys määrittää korkeimman mahdollisen videon laadun, jota kyseisestä paikasta on mahdollista reaaliaikaisesti välittää. Parhaassa tapauksessa kaistanleveyttä on riittävästi ja yhteys on vakaa, jolloin rajoittavaa tekijää ei ole tai se määräytyy muusta laitteistosta. Suositeltava kaistanleveys webcastin lähettämiseksi riippuu videon sisällöstä, tuotantotavasta ja välitettävästä viestistä.

Kun lähetyslaatua tarkastellaan sen vaatiman bittivirran (engl. data rate) mukaan, on selvää, että suuriresoluutioisen videon lähettäminen vaatii enemmän kaistaa kuin vastaavan pieniresoluutioisen videon välittäminen. Bittivirran määrittämiseksi voidaan laskea numeroarvo sille, kuinka monta bittiä jokainen lähetettävä pikseli tarvitsee. Samaa numeroarvoa voidaan tarkastella myös videotiedostoa pakattaessa ja näin välttyä videon liialta pakkaamiselta. Alla oleva laskukaava pätee kaikille lähetys- ja pakkausformaateille, mutta esimerkkiarvot on esitetty H.264-koodekilla pakatuille videosisällöille. Luvut poikkeavat toisistaan pakkaustavasta, koodekista ja pakkauksen laadusta riippuen. [16.]

$$\text{bittiä pikseliä kohden} = \frac{\text{bittivirta}}{\text{leveys} \times \text{korkeus} \times \text{kuvataajuus}}$$

Kaavassa määritellään lukuarvo jokaiselle pikselille tarvittavasta bittimäärästä (engl. bits per pixel). Arvo saadaan jakamalla bittivirta videon leveyden, korkeuden ja kuvataajuuden (engl. frame rate) tulolla. Useimmissa tapauksissa bittivirta on kuitenkin ainoa tuntematon tekijä, jolloin se voidaan määrittellä muiden, tunnettujen arvojen avulla. [16.]

$$\text{bittivirta} = \text{bittiä pikseliä kohden} \times \text{leveys} \times \text{korkeus} \times \text{kuvataajuus}$$

Tarvittava bittivirta saadaan jokaisen pikselin bittimäärän, videon leveyden, korkeuden ja kuvataajuuden tulona. Kaavoilla saadaan lukuarvot mille tahansa muuttujalle. Esimerkiksi jos rajoittavana tekijänä on internet-yhteyden kaistanleveys, voidaan kaavalla laskea videokuvan kuvataajuus, jolla vielä pystytään lähettämään riittävällä bittimäärällä pikseliä kohden. [16.]

Taulukosta 1 nähdään suositellut bittivirrat yleisimmille videokuvaresuoluutiolle. Taulukkoa tutkimalla voidaan havaita, että suositellut bittiiä pikseliä kohden -arvot pienenevät kuvan resoluution kasvaessa. Lähetettäessä kuvaa, jossa on 1280 vaakapikseliä ja 720 pystypikseliä, suositeltava arvo on noin 0,1 bittiiä pikseliä kohden ja bittivirran suositus on hieman alle 2,8 megabittiiä sekunnissa. Vastaavalla tavalla lähetettäessä kuvaa, jonka resoluutio on 1920 x 1080 pikseliä, luvut ovat 0,08 bittiiä pikseliä kohden ja 5,0 megabittiiä. Vaikka kuvan pikseleiden lukumäärä on yli 2,25-kertainen, vaadittava bittivirta on kasvanut ainoastaan 1,8-kertaiseksi. Asiaa voidaan selittää sillä, että pikselien lisääntyessä yksittäisen pikselin merkitys vähenee. Vastaavalla tavalla jos pikseleitä on vähäinen määrä, yksittäisen pikselin merkitys korostuu. [16.]

Taulukko 1. Webcast-lähetyksen suositeltu laatu [16].

Videokuvan koko			Bittivirta: bittiiä pikseliä kohden				
Leveys pikseliä	Korkeus pikseliä	Pikselien kokonaismäärä	0,080	0,100	0,125	0,150	0,175
480	270	129 600	0,31	0,38	0,49	0,58	0,68
640	360	230 400	0,55	0,69	0,86	1,04	1,21
848	480	407 040	0,98	1,22	1,52	1,83	2,13
1280	720	921 600	2,21	2,76	3,45	4,14	4,83
1920	1080	2 073 600	4,97	6,21	7,77	9,32	10,88
320	240	76 800	0,18	0,23	0,29	0,35	0,40
400	300	12 000	0,29	0,36	0,45	0,54	0,63
480	360	172 800	0,41	0,52	0,65	0,78	0,91
640	480	307 200	0,74	0,92	1,15	1,38	1,61

Taulukossa 1 olevat luvut perustuvat H.264-koodekkiin ja 30 kuvan sekuntitaajuuteen. Taulukon oikealla puolella ylimmän rivin luvut on esitetty bitteinä ja kaikki loput numerot

megabitteinä. Oranssilla korostetut solut kuvaavat suositeltuja bittivirran suuruuksia kyseiselle resoluutiolle. [16.]

Todellisuudessa suositukset ovat kuitenkin epätarkkoja ja lähetyksen tyypillä on suuri vaikutus tarvittavaan kaistanleveyteen. Kuvan 1 mukaisessa webcast-lähetyksessä valtaosa ruudusta on staattista tietokoneen diaesitystä ja aktiivista, liikkuvaa kuvaa on vain pienessä ikkunassa ruudun yläkulmassa. Dian vaihtuminen aiheuttaa lyhyen piikin ruudulla tapahtuviin muutoksiin, minkä jälkeen videon bittivirta palautuu normaalille tasolle.

Suosituksia suurempaa bittimäärää pikseliä kohden kannattaa käyttää silloin, kun kuvassa on paljon muuttuvia tapahtumia, nopeita leikkauksia tai haluttaessa parasta mahdollista laatua jatkokäyttöä tai -käsittelyä varten. Esimerkiksi koko ruudun toimintaelokuvissa on tyypillistä, että ruudulla on paljon muuttuvia elementtejä samanaikaisesti ja kuvakulmasta toiseen siirrytään nopealla tahdilla. Tällöin lähetettävää bittivirtaa on nostettava suosituksesta, jotta laatu pysyy riittävänä. Urheilulähetyksissä kuvassa saattaa olla vain vähän elementtejä, mutta pienten yksityiskohtien välittyminen on tärkeää. Useimmissa joukkuelajeissa pallon tai muun vastaavan pelivälineen näkyminen on tärkeää. Myös tällöin bittivirtaa on nostettava suosituksesta, jotta lähetystä pystytään välittämään riittäväällä laadulla.

Elokuvia suoratoistona tarjoava Netflix suosittaa kaistanleveydeksi teräväpiirtomateriaalin katseluun viiden megabitin bittivirtaa määrittämättä kuitenkin sen tarkemmin, onko kyseessä 720p- vai 1080p-materiaali. [17.] Youtuben suositus live-lähetyksestä tehtäessä on 1080p-materiaalille 4,5 megabittiä sekunnissa ja 720p-materiaalille 2,5 megabittiä sekunnissa. [18.] Luvut ovat yhtäläisiä taulukon 1 suositusten kanssa.

Lähetettävän pään palomuri tulee olla asetettu niin, että se päästää lähtevän signaalin läpi. RTMP-protokollaa käytettäessä portit 80 ja 1935 ovat keskeisimmät, ja on suositeltavaa, että niistä vähintään toinen olisi auki. Jos yhteys ei onnistu RTMP-protokollalla, voidaan yhteys saada läpi esimerkiksi RTMPT-protokollan avulla. Jälkimmäinen ei kuitenkaan ole yhtä luotettava kuin RTMP, joten sen käyttöä suositellaan vain pakottavassa tarpeessa. [19.] Mikäli lähetystä halutaan tarkkailla samassa tilassa, tulee palomuurin päästää lähetys myös sisäänpäin. Joissain tilanteissa lähettäminen sujuu ongelmitta, mutta tarkkailuun joudutaan käyttämään vaihtoehtoisia tekniikoita tai protokollia. [13.]

5.4 Pakkaaminen

Video, ääni tai mikä tahansa digitaalinen signaali tai tiedosto voidaan pakata kahdella eri päätavalla. Ensimmäisessä tavassa pakkaus tapahtuu häviöttömästi. Tällöin vastaanotettava pää pystyy purkamaan pakkauksen niin, että vastaanotettu signaali tai tiedosto vastaa täysin alkuperäistä. Toinen tapa pakata tiedosto on tehdä se häviöllisesti. Häviöllinen pakkaus on yleistä kuvan ja äänen siirrossa ja tallentamisessa. [10, s. 93.]

Esimerkiksi ohjelmistoissa on ehdottoman tärkeää, että pakattu tiedosto purkautuu täysin alkuperäistä vastaavaksi. Mikäli pakkauksen ja purun aikana tapahtuu pienikin virhe, se voi pahimmillaan tehdä koko ohjelmasta toimimattoman ja käyttökeltottoman. [10, s. 93.]

Videotuotannossa pakkausta tapahtuu useassa vaiheessa, alkaen monessa tapauksessa jo alkuvaiheessa kamerassa. Osa kameramalleista pystyy tallentamaan niin kutsuttua raakakuvaa, mikä tarkoittaa kaiken kennolle tulevan datan tallentamista. Ominaisuus on hyödyksi silloin, kun halutaan säilyttää mahdollisimman paljon kuvainformaatiota jälkikäsitteilymahdollisuuksien maksimoimiseksi. Näin lopputuloksena saavutetaan paras mahdollinen laatu. Raakavideon tiedostokoko on moninkertainen verrattuna tavanomaisesti pakattuun videoon. [20.]

Internetiin tehtävän lähetyksen teossa raakakuvaa tallentavan kameran käyttö ei ole perusteltua sen kalliin hinnan takia, suurten tiedostokokojen ja olemattoman laadullisen hyödyn vuoksi. Webcasteissa käytettävät kamerat välittävät videomikserille ainoastaan valmiiksi pakattua kuvaa. Palvelimelle signaalia lähettävä tietokone voi tarvittaessa pakata signaalia lisää, jotta tiedostokoosta saadaan tarpeeksi pieni suhteessa käytettävissä olevaan kaistanleveyteen. Tarpeeksi pieni tiedostokoko on edellytys liikkuvan kuvan reaaliaikaisen välittämiseen.

Erilaisia metodeja pakkaamiseen on useita, ja kaikki ne käyttävät hieman erilaisia algoritmeja kuvan tiedostokoon pienentämiseksi. Pakkauksen määrässä on kyse siitä, että kuvan tiedostokoko pienennetään hyväksyttävällä laadullisella heikkenemisellä. Hyväksyttävä määrä on luonnollisesti suhteellinen käsite, joka riippuu katsojasta, videon tarkoituksesta ja loppukäytön esitystavasta. Esimerkiksi jos kuvaa seurataan suurelta valkokankaalta, on sen laadun oltava huomattavasti parempi kuin mikä matkapuhelimelta seurattaessa on hyväksyttävää.

Eri algoritmit pakkaavat videokuvaa eri tavoilla, mutta pääperiaatteellisesti niiden toimintatapa on melko yhtäläinen. Ihmisen silmän ja korvan erottelu- ja havainnointikyky on rajallinen, joten videosta ja äänestä pystytään poistamaan elementtejä, joita ihminen ei havaitse, vaikka ne olisivat videossa mukana. [10, s. 94.] Vastaavalla tavalla päätelaitteet asettavat omat rajoitteensa. Perustietokoneen näyttö ei toista koko väriavaruutta, joten toistumattomien värien ja sävyjen lähettäminen on turhaa. Tietynlainen videon sisältö voi myös edesauttaa pakkauksen tehokkuutta. Diaesityksen sisältävissä webcast-lähetyksissä on tyypillistä, että suuri osa kuva-alasta on yhdenväristä ja vain muutokset aiheuttavat piikin tallennettavan datan määrään. Huomioimalla suuri muuttumaton kuva-ala pystytään lähetettävän datan määrää pienentämään.

Webcast-lähetyksissä piikki tietomääriin muodostuu esimerkiksi silloin, kun esiintyjä vaihtaa sivua diaesityksessä tai siirrytään koko näytön kamerakuvaan. Käyttämällä muuttuvaa datanopeutta (vbr) videon lähettämiseksi pystytään lähtevän kaistan tarve pitämään matalana, mutta tarvittaessa nostamaan sitä muuttuvan kuvan välittämiseksi. Katselijoille välitetään kiinteän datanopeuden (cbr) kuvaa usealla eri laadulla, josta päätelaite valitsee parhaiten soveltuvan. [21, s. 112–113.]

Pienimuotoinen tiedostokoon rajoitus on mahdollista tehdä siten, että videossa ei ole havaittavaa laadullista muutosta. Pakatessa tiedostoa yhä enemmän, myös muutokset tulevat väijäämättä enemmän näkyviin.

Kuva 4 on esimerkki hyvälaatuisesta video- tai still-kuvasta. Kasvin yksityiskohdat ovat teräviä, värit toistuvat oikein ja liukuväreissä ei ole havaittavaa porrastumista. Tämä kuva toimii referenssinä seuraaville, enemmän pakatuille kuvaesimerkeille.



Kuva 4. Esimerkki hyvästä kuvanlaadusta.

Kuvassa 5 nähdään tehokkaamman pakkauksen ja resoluutiomuutoksen vaikutus kuvanlaatuun. Vertailtaessa keskiverron laatuista kuvaa hyvälaatuiseen, havaitaan kuvassa olevien yksityiskohtien puuttuminen ja kuvan selkeä pehmeys. Tiedostokoossa kuvien välinen ero on noin 7-kertainen, ja keskivertolaatuinen on kuvista pienempi.



Kuva 5. Esimerkki keskivertoisesta kuvanlaadusta.

Kuva 6 on esimerkki heikosta laadusta, mutta silti mahdollisesti riittävästä laadusta viestin välittämisen kannalta. Kasvin keskiosassa on havaittavissa suurta pikselöitymistä, värisävyjen ja liukuvärien puutetta sekä yksityiskohtien lähes täydellistä puutetta.



Kuva 6: Esimerkki heikosta kuvanlaadusta.

Kuvien 5 ja 6 resoluutio on yhtäläinen, ainoa ero muodostuu kuvan voimakkaammasta pakkaamisesta. Kuvan 4 hyvälaatuiseen esimerkkiin verrattuna kuvan 6 tiedostokoko on noin 15 kertaa pienempi.

Videokuvan sisällöstä, katselulaitteen näytön koosta sekä katseluetäisyydestä riippuen jokainen esimerkkikuvista voisi olla katselukelpoinen ja riittävä viestin välittämiseksi. Jos kuvan päätarkoitus on havainnollistaa kasvin lehtien keltaisia reunuksia, riittää jokaisen kuvan laatu tähän tarkoitukseen. Sen sijaan, jos kuvan tarkoitus on havainnollistaa kasvin lehtien pintaa ja sen struktuuria, vain hyvälaatuinen kuva on riittävä. Jos webcast-lähetyksessä mukana olevan tekstin lukeminen ei ole mahdollista, on kuvanlaatu selkeästi liian heikko tarkoitukseen ja viestin välittämiseen.

Tiedostokoon ja sitä vastaavan bittivirran suuruuden ero on merkittävä lähetyksen näkymisen ja toimivuuden kannalta. Tyypillisesti lähetyksistä tehdään useampia versioita, joiden laatu ja bittivirran suuruus vaihtelee. Näin pyritään saavuttamaan paras toteutettavissa oleva laatu jokaiselle katsojalle internetyhteydestä tai päätelaitteesta riippumatta. Mobiililaitteen pienikokoiselle näytölle riittää heikompi kuvanlaatu kuin täysikokoiselle televisioruudulle, joten vastaava lähetykselaatu voi olla riittävää osalle katsojista, mutta osa

tarvitsee parempaa laatua. Lähetysversioista yksi pyritään tekemään mahdollisimman pieneksi, jotta heikoilla yhteyksillä lähetyksen seuraaminen olisi mahdollista edes jollain tavalla. Jos kuvanlaatu on tällöin niin heikko, ettei sen seuraamisesta saa hyötyä, on mahdollista seurata lähetystä pelkän äänen perusteella. Myös tällöin lähetyksen tyyppi ja sisältö vaikuttavat viestin välittymiseen.

Pakkaustekniikat kehittyvät jatkuvasti, jolloin pystytään lähettämään parempaa laatua samalla tiedostokoolla tai yhtäläistä laatua pienemmällä tiedostokoolla. Pienempi tiedostokoko edesauttaa kuvan näkymistä mobiililaitteilla ja vanhemmilla tietokoneilla. Erityisesti mobiililaitteilla voi ongelmaksi muodostua verkon rajatun tiedonsiirtonopeuden jakautuminen usealle käyttäjälle. Ero hyvin ja huonosti pakatun videosignaalin välillä voi tällaisessa tilanteessa olla koko videon näkyminen tai sen täydellinen toimimattomuus. [10, s. 89.]

5.5 Rajatun kaistanleveyden ongelma

Tehtäessä selkeästi tietylle vastaanottajajoukolle profiloitua lähetystä, esimerkiksi yrityksen sisäiseen viestintään, voivat ongelmaksi muodostua kiinteiden linjojen tiedonsiirtokyvyn rajoitteet. Tyypillisiä toimisto-olosuhteita ei ole suunniteltu reaaliaikaisen internet-videon vastaanottamiseen. Näissä tilanteissa on tavallista, että suuri joukko toimiston työntekijöitä katsoo lähetystä samanaikaisesti ja samasta sijainnista, jolloin kaikille jakautunut kaistanleveys ei ole riittävä täyden laadun välittämiseksi. Tällöin lopputuloksena on kuvan laadun heikkeneminen tai huonoimmassa tapauksessa videon toimimattomuus.

Ongelma voidaan kuitenkin ratkaista tai sen vaikutuksia pienentää erilaisilla keinoilla:

- Toimistorakennuksen internetyhteyden nopeutta nostetaan niin, että jokaisella katsojalla on riittävästi kaistaa käytössään. Riippuen tarpeen yleisyydestä tämä voi olla liioiteltua vain muutaman vuosittaisen lähetyksen mahdollistamiseksi. Suurissa toimisto-organisaatioissa kiinteiden linjojen tiedonsiirtokyky voi osoittautua riittämättömäksi.

- Työntekijät kerätään yhteen tilaan, esimerkiksi auditorioon, seuraamaan lähetystä. Tällöin yksittäisten videon latausten määrä vähenee ja lähetyksen seuraaminen täydellä laadulla mahdollistuu. [13.]
- Lähetys vastaanotetaan vain yhdelle tai muutamalle tietokoneelle, joka sen vastaanotettuaan jakaa videota eteenpäin sisäverkossa. Tässä tapauksessa reitityksen onnistuminen ja signaalin läpivienti yrityksen palomureissa voi olla hankalaa. [13.]
- Lähetyksen live-luonteisuus poistetaan ja annetaan käyttöön ainoastaan tallenne lähetyksestä. Tällöin katselut hajaantuvat eri ajankohdille ja selvää piikkiä katselun määrille ei synny. Myös osittainen siirtyminen tallenteiden katsomiseen poistaa painetta suoralta lähetykseltä.

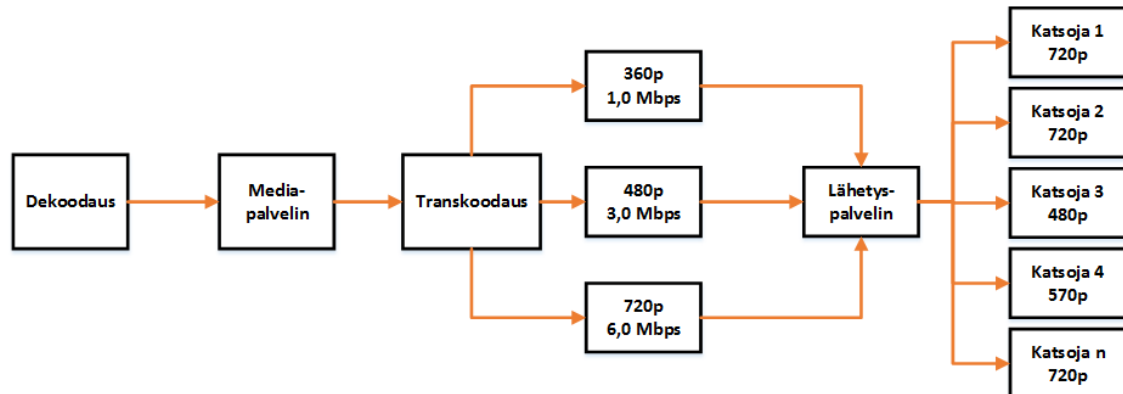
Tämäntyyppinen ongelma syntyy vain, jos lähetystä seurataan useasta eri pisteestä samassa kiinteistössä tai samalla internetyhteydellä. Jos lähetyksen luonne on sellainen, että sitä seurataan useasta eri paikasta, ei tätä ongelmaa synny. Kotona tai mobiililaitteella lähetystä seurattaessa katselujen kasaantumista ei yleensä tapahdu. Luonnollisesti jos samassa paikassa on useita eri mobiilikäyttäjiä, voi myös langattoman verkon kaistanleveys loppua kesken.

5.6 Jakeluketju

Kun lähetyssignaali lähtee tapahtumapaikalta, se ei kulkeudu suoraan vastaanottajalle. Jos tapahtumalla on vain yksittäisiä katsojia ja heidän käyttämänsä laitteet sekä yhteyden nopeus on tiedossa ja yhtäläinen, on suoran yhteyden luominen toki mahdollista. Käytännössä kuitenkin huomattavasti parempi ja yleisempi tapa on viedä alkuperäinen signaali pois tapahtumapaikalta ja prosessoida se ulkoisessa, tähän käyttötarkoitukseen suunnitellussa palvelinympäristössä.

Alkuperäinen signaali lähetetään enkooderina toimivalta tietokoneelta ennalta määritettyyn osoitteeseen, jossa dekooderi purkaa koodatun videosignaalin. Tämän jälkeen signaali jatkaa kuvan 7 jakeluketjun mukaisesti. Signaali on tässä kohtaa suojattu ja salattu, jotta mediapalvelimelle päätyvän signaalin laatu on häiriintymätön ja paras mahdollinen.

Tarpeen vaatiessa alkuperäinen lähdesignaali voidaan jakaa useammalle mediapalvelimelle. Tämä tulee kysymykseen silloin, kun lähetyksellä on suuri määrä katsojia tai katsojat ovat jakaantuneet maantieteellisesti eri paikkoihin. Esimerkiksi Euroopassa voi sijaita yksi palvelinkeskus ja Amerikassa toinen. Näin liikkuvan datan määrää pystytään vähentämään ja siten helpottamaan palvelinkeskuksien kuormaa. Joissain tapauksissa kolmannen osapuolen yhtiöt haluavat itse hoitaa jakelun, jolloin niille voidaan ohjata oma kopio alkuperäisestä signaalista. [13.]



Kuva 7. Jakeluketju ja laadunmuunnos.

Mediapalvelimen vastaanotettua livelähetyksen signaalia on seuraava vaihe muuttaa alkuperäisen signaalin formaattia ja laatua eli transkoodata se haluttuun muotoon. Lähetyksestä voidaan seurata moninlaisella määrällä laitteita, jolloin myös transkoodauksessa on otettava eri laitteet huomioon. Esimerkiksi matkapuhelimen ja pöytätietokoneen näytön resoluutiot voivat olla yhtäläiset, mutta matkapuhelimella on todennäköisesti huonolaatuisempi internetyhteys ja pienempi laskentateho käytössään. Kun halutaan tarjota tällaiselle laitteistoparille paras mahdollinen lopputulos, transkoodataan videosta kaksi versiota: paras mahdollinen laatu pöytäkoneen käyttöön ja samalla resoluutiolla mutta pienemmällä bittivirralla varustettu laatu matkapuhelimelle.

Erilaisten päätelaitteiden määrä on nykypäivänä kirjava, ja niiden kaikkien ottaminen huomioon yhtäläisellä tavalla on vaikeaa. Erilaisia formaatteja ja protokollia valittaessa onkin kyse parhaiden kompromissien löytämisestä. Jos tiedossa on päätelaitteiden tyyppi, voidaan muotoja optimoida näille tiedetyille laitteille sopivaksi. Hyvin usein laitteet eivät kuitenkaan ole tiedossa, jolloin lähetyksen laadut jakaantuvat karkeasti esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- Paras mahdollinen laatu. Käytetään silloin, kun päätelaitteen näytön resoluutio on riittävä, internetyhteys laadukas ja laite tarpeeksi tehokas toistamaan tämänlaatuista videota.
- Heikko laatu. Pienin mahdollinen resoluutio ja tehokkain pakkaus, jotka vielä riittävät viestin välittämiseksi. Tällä pyritään siihen, että lähetys toistuisi jokaisessa mahdollisessa päätelaitteessa edes jollain tavalla.
- Erilaisia laatuja kahden edellisen väliltä. Mitä enemmän vaihtoehtoja on olemassa, sitä todennäköisemmin päätelaite saa näytettyä juuri sille laitteelle sopivanlaatuista videota.

Teoriassa erilaatuisia vaihtoehtoja voidaan tehdä rajaton määrä. Transkoodauksen tulee kuitenkin olla mahdollisimman nopeaa, ja se asettaa minimivaatimuksen palvelimen näytönohjaimien teholle. Näytönohjaimien määrää voidaan kasvattaa loputtomasti, mutta tietyn pisteen jälkeen niistä saatava hyöty muuttuu vähäiseksi. Jokainen muunnos on myös menoerä, joten eri laatuja muodostaminen on myös taloudellinen kysymys. Useissa tapauksissa 3–4 erilaatuisia muunnosta on riittävä määrä. [13.]

Videon transkoodauksen jälkeen signaali siirtyy eteenpäin lähetyspalvelimelle. Tämä palvelin toimii tavanomaisen internetpalvelimen tavoin, ja se mahdollistaa videon jakamisen useille eri päätelaitteille. Loppukäyttäjät kytkeytyvät palvelimeen joko nettiselaimen upotetulla soittimella tai erillisellä ohjelmalla. Tämän jälkeen soitin tai ohjelma valitsee tarkoitukseen parhaiten soveltuvan lähetysformaatin ja -protokollan ja alkaa näyttää lähetystä loppukäyttäjälle. Vastaavalla tavalla soitin myös lataa videota puskuriin (engl. buffering) mahdollisen häiriötilanteen varalta.

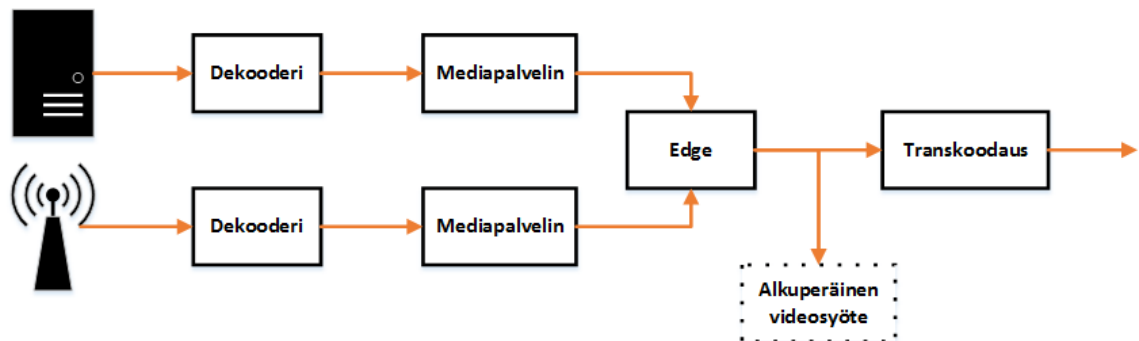
5.7 Lähetyksen varmentaminen

Teknisten laitteiden, kuten kameroiden ja tietokoneiden, häiriöt tai niiden rikkoutuminen ovat aina mahdollisia. Erityisen kriittisiä tämänkaltaiset ongelmat ovat suorissa lähetyksissä, joissa ongelmat voivat pahimmassa tapauksissa estää koko lähetyksen välittämisen katsojille. Kun toimitaan tilassa, johon lähetystekniikka rakennetaan erikseen tilaisuutta varten, mahdolliset ongelmat ovat todennäköisempiä kuin kiinteässä lähetysstudioissa. Vastaavalla tavalla myös verkkoyhteydet voivat olla epäluotettavia. Lähetyksen

tekemisen kannalta kriittisten laitteiden varmentaminen tai kahdentaminen on tärkeä toimenpide ongelmia ennaltaehkäistäessä.

Usealla kameralla kuvattaessa yhden rikkoutuminen ei välttämättä aiheuta ongelmia, koska rikkoutuneen kameran tehtävät ja kuvakulmat voidaan korvata toisella kameralla. Kun kuva tulee jostain toimivasta kamerasta, voidaan rikkinäisen kohdalla ongelmaa ratkaista ilman, että lähetyksen katsojat huomaavat koko tilannetta. Internetyhteyden kohdalla signaalin häiriöt näkyvät välittömästi lähetyksen pätkimisenä tai totaalisenä katkeamisena. Useimmissa tapauksissa varayhteyttä ei ole saatavilla, jolloin ongelma voi estää koko lähetyksen tekemisen.

Internetyhteyden häiriöihin voidaan varautua käyttämällä kahta, toisistaan täysin riippumatonta yhteysmenetelmää. Kuva 8 kuvaa tilannetta, jossa varmennus on käytössä. Kaaviosta nähdään, että eri yhteysvälineistä tuleva signaali dekodataan ja siirretään mediapalvelimelle identtisillä askeleilla suhteessa toisiinsa. Kun koko prosessi on yhtäläinen, myös kuva ja viive ovat toisiaan vastaavia. Internetyhteystavasta riippuen pieniä eroavaisuuksia saattaa esiintyä viiveen, kaistanleveyden ja näin kuvanlaadun kohdalla. Vaihtomekanismin ansiosta pienet erot ovat kuitenkin merkityksettömiä. [13.]



Kuva 8. Internetyhteyden varmentaminen.

Käytännössä ainoat eroavaisuudet perinteiseen jakeluketjuun verrattuna ovat alun kahdennetut prosessivaiheet sekä yhden uuden vaiheen lisääminen. Tämä vaihe on esimerkkikaaviossa nimetty ”edgeksi”. Vaiheen tehtävä on toimia kytkimenä kahden eri videosignaalin välillä. Jos ensisijainen yhteys jostain syystä katkeaa, otetaan toissijainen yhteys automaattisesti käyttöön.

Edge toimii tarkastelemalla ensisijaisen yhteyden tilaa. Tarkastus voidaan asettaa toistuvaksi tietyin aikaväleihin. Kun tarkastusväli asetetaan esimerkiksi 1000 millisekunniksi,

aiheutuu ongelmatilanteessa pisimmillään sekunnin katkos lähetykseen. Internetyhteyksillä on kuitenkin tyypillistä, että syöte ei aina ole täysin tasaista, jolloin järjestelmä saattaa tulkita videon katkenneeksi, vaikka kyseessä olisikin vain tavanomainen lyhykestoinen häiriö. Tästä syystä järjestelmään kannattaa asettaa määreet, kuinka monta peräkkäistä katkosta sallitaan ennen videosignaalin vaihtamista yhteydestä toiseen. [13.]

Taulukossa 2 on esitetty tarkkailuprosessi lähetyksen edetessä. Tarkkailuväli on 1000 millisekuntia, ja etukäteen on määritetty, että yhteystapa vaihdetaan kolmen negatiivisen tarkastuksen jälkeen. Näin yksittäinen tai alle 3000 millisekuntia kestävä häiriö ei aiheuta toimenpiteitä. Asetetun mukaan yli 3000 millisekuntia on riittävä aika sille, että yhteys on todellisuudessa poikki ja tilanteessa on siirryttävä toissijaisen yhteyden käyttämiseen.

Taulukko 2. Häiriötilanteen tarkkailu.

Lähetyksen eteneminen	Tarkastus	Yhteys	Toimenpide
14 min 46 s	ok	#1	ei toimenpidettä
14 min 47 s	ok	#1	ei toimenpidettä
14 min 48 s	häiriö (1/3)	#1	odotus
14 min 49 s	ok	#1	ei toimenpidettä
14 min 50 s	häiriö (1/3)	#1	odotus
14 min 51 s	häiriö (2/3)	#1	odotus
14 min 52 s	häiriö (3/3)	#1	yhteyden vaihdos
14 min 53 s	ok	#2	ei toimenpidettä
14 min 54 s	ok	#2	ei toimenpidettä

Riippuen häiriön muodostumisesta suhteessa tarkastusväliin, katsojalle tulee pisimmillään kolmen sekunnin ja lyhimmillään hieman yli kahden sekunnin kestävä katkos lähetykseen. Tämänpituiset katkokset ovat melko yleisiä, ja ne voivat johtua monesta eri syystä. Tyypillinen katsoja ei juurikaan reagoi katkokseen, varsinkaan jos video jatkuu pienen tauon jälkeen tavalliseen tapaan. Jakeluketjun loppuvaiheisiin käytettävän yhteyden muutos ei vaikuta. Tarkistuksen mekaniikan ansioista yhteyksien ei myöskään tarvitse olla identtisiä, sillä vaihdoksesta syntyvä muutaman sekunnin tauko katkaisee lähetyksen joka tapauksessa. Tällöin pieni eroavaisuus lähetyksen ajoituksessa tai laadussa on merkityksetön. [13.]

5.8 Jakeluprotokolla

Internetvideon jakamiselle on olemassa useita protokollia ja formaatteja. Eri laitteilla on omat suosituksensa ja omat tekniikkansa. Tietokoneille toimivia lähetyksprotokollia on useampia, jolloin valinta voidaan tehdä muiden ominaisuuksien, kuten viiveen, perusteella. Seuraavassa esitellään muutama yleisesti käytössä oleva protokolla.

Http Live Streaming

Applen kehittämä ja laajasti käytössä oleva protokolla Http Live Streaming mahdollistaa suoran videolähetyksen tekemisen Applen iOS-käyttöjärjestelmällä varustettuihin mobiililaitteisiin, Apple Tv -mediatoistimiin sekä Mac-tietokoneisiin. Tämän lisäksi videot toimivat html5-pohjaisilla soittimilla ja tietyillä Android-laitteistoilla. Lähetys tapahtuu http-protokollaa käyttämällä, ja ohjelmisto osaa vaihtaa lähetykslaadun verkon laadun ja laitteiston mukaisesti. Yleisesti käytössä oleva lyhenne on Apple HLS tai pelkkä HLS. [22; 23.]

Videota lähetetään ennalta määritetyn pituisissa segmenteissä, jotka ladataan laitteeseen ennen niiden toistoa. Suositus yhden segmentin pituudelle on 10 sekuntia, ja jatkuva video koostuu näistä peräkkäin olevista paloista. Koska segmenttiosuudet on ladatakseen laitteeseen ennen niiden toistoa, aiheutuu videon alkamiselle vähintään segmentin lataamisen pituinen viive. Lyhyemmällä segmentillä video alkaa nopeammin, mutta yksittäisten videosegmenttien ja index-tiedostojen latausten lukumäärä kasvaa. Pidempi segmentti tarkoittaa suurempaa viivettä videon alkamiselle ja vastaavasti myös lähetyksen viive kasvaa. Suositusten mukaisilla asetuksilla viive on noin 30 sekuntia. [24.]

Dynamic Adaptive Streaming over Http

Dynamic Adaptive Streaming over Http on rakennettu toimimaan standardina eri laitevalmistajien ja ohjelmistojen välillä ja käytetty lyhenne on DASH. Toinen yleisesti käytössä oleva lyhenne protokollalle on MPEG-DASH. Toimintaperiaatteessa on paljon yhtäläisyyksiä Apple HLS:n kanssa. Videolähetyks jaetaan useaan segmenttiin, jotka ladataan peräkkäisinä videota toistavalla laitteelle. Ohjelmisto valitsee eri laaduista parhaiten soveltuvan perustuen laitteistoon ja internetyhteyden laatuun. [25.]

Suurimmat laitevalmistajat ja alan toimijat ovat ilmaisseet kiinnostuksensa DASH-protokollan käyttöön, mutta globaalia standardisoitumista ei vielä ole tapahtunut. Melko uutena protokollana sen yleistyminen ja toiminnallisuuksien varmentaminen vie aikaa, mutta DASH on todennäköisesti tulevaisuudessa paras muoto esitallennetun ja suoran videolähetyksen toistamiseen. [26, s. 36–43.]

Real Time Messaging Protocol

Alun perin Adoben kehittämää Real Time Messaging -protokollaa käytetään reaaliaikaisen videon lähetykseen Adobe Flash- ja Adobe Air -pohjaisiin soittimiin. Protokollan lähdekoodi on nykyisin avoin, mikä mahdollistaa käyttäjien ja kehittäjien käyttäen ja kehittämään sisältöä Adobe Flash-soittimeen. Adobe Flash tai Adobe Air on lisäosa, joka on asennettuna valtaosaan tietokoneista. [23; 27.]

Toisin kuin RTMP, HLS ja DASH on rakennettu http-protokollan päälle. RTMP:n käyttämät palomuurin portit ovat todennäköisemmin suljettuja verrattuna http:n käyttämiin portteihin, joten erityisesti yritysverkossa videon näkyminen on epätodennäköisempää. Jos palomuuuri estää signaalin kulkeutumisen, voidaan videota lähettää RTMPE-protokollassa, jolloin tieto on kapseloitu lähetettäväksi http-protokollassa. Tätä ei kuitenkaan suositella heikon toiminnallisuuden vuoksi. [12.]

Tekniikan käyttö mahdollistaa suoran videon lähettämisen, koska viive on vain muutamia sekunteja. Tämä viive johtuu soittimen lataamasta puskurimuistista pienen häiriötilanteen varalle. RTMP perustuu Flash-tekniikkaan, joten sen toimiminen vaatii tietokoneelle asennettua Flash-soitinta. RTMP ei toimi HTML5-tekniikalla eikä mobiililaitteissa. Protokolla korvautunee lopullisesti vaihtoehtoisilla protokollilla tulevina vuosina. [12.]

Http Dynamic Streaming

Http Dynamic Streaming on Adoben vaihtoehtoinen protokolla RTMP:lle. Toisin kuin RTMP, HDS välittää videota http-protokollalla, jolloin palomuurin portin olemisen suljettuna on epätodennäköistä. Video välitetään Adobe Flash- tai Adobe Air -soittimeen, joiden laaja levinneisyys takaa todennäköisen toiminnan suurella osalla tietokoneista. Mobiililaitteisiin ohjelmistoa ei ole mahdollista asentaa. Viive muodostuu ladattavista segmenteistä vastaavalla tavalla kuin esimerkiksi HLS:ssä ja on kestoaltaan noin 30 sekuntia. [23; 28; 29.]

Http Smooth Streaming

Http Smooth Streaming, eli HSS, on Microsoftin kehittämä versio http-protokollalla lähetettävälle videolle. Tietokoneissa käyttäjän tulee asentaa Silverlight tai jokin muu yhteensopiva soitin, joiden avulla videoiden katsominen mahdollistuu. Video lähetetään segmenteissä, mutta niiden kestot ovat huomattavasti lyhyempiä kuin muissa vastaavissa protokollissa. Tämän ansiosta lähetyksessä on ainoastaan muutaman sekunnin viive, mutta heikolla yhteydellä tai pienitehoisilla laitteilla lähetyksen seuraaminen voi olla vaikeaa. Protokollaa on käytetty suurten yleisötapahtumien, kuten olympialaisten välityksessä. HSS toimii parhaiten tehokkailla laitteilla ja nopeilla internetyhteyksillä. H.264-koodekissa olevaa videota on mahdollista lähettää suoraan myös Applen iOS-käyttöjärjestelmällä varustettuihin laitteisiin. [23; 30.]

5.9 Selainpohjaiset videosoitimet

Loppukäyttäjälle videolähetyksen lisäksi suurin näkyvä elementti on videosoitin. Nykyisin käytettävät soittimet ovat lähes aina sivustoon upotettuja videoikkunoita, jolloin erillistä ohjelmaa ei tarvitse avata tai asentaa. Jotkin soittimet voivat tosin vaatia selainliitännäisen asentamista. Käytettävät liitännäiset ovat kuitenkin laajalti käytettyjä, joten hyvin todennäköisesti tarvittava liitännäinen löytyy jo valmiiksi käyttäjän koneelta. Soittimilta edellytettäviin perusominaisuuksiin kuuluu myös tuki mobiililaitteille, jolloin lähetystä voi seurata sivustolla upotetusta soittimesta ilman erillisen ohjelmiston asennusta. Soittimena voi käyttää myös selaimen ulkopuolisia ohjelmia, mutta selainpohjaisten soittimien varman toimivuuden ja helppokäyttöisyyden ansiosta niiden käyttämättömyys on harvoin perusteltua. Katsojalla tulee olla tai hänelle on tarjottavaa jotain soittinratkaisua, jotta lähetyksen seuraaminen on mahdollista.

Erilaisia soittimia on markkinoilla tuhansia. Osa niistä on maksuttomia, osassa on tiettyyn aikaväliin sidottu lisenssimaksu ja osassa maksu tapahtuu kertaluonteisesti. Soittimien ominaisuudet poikkeavat toisistaan hyvinkin paljon, joten käytettävää soitinta valittaessa tulee ottaa huomioon useita eri asioita. Esimerkiksi tuki tekstityksille, soittolistoille tai vesileimoille ovat ominaisuuksia, joita kaikissa soittimissa ei ole. [31, s. 34–37.]

Käytettävän materiaalin tiedostomuoto on yksi tärkeimmistä perusteista soittimen valinnalle. Jos palvelininfrastruktuuri on jo olemassa, on valittava soitin, joka tukee parhaalla

mahdollisella tavalla jo olemassa olevia ratkaisuja. Jos soitin on osa uutta tai uusittavaa järjestelmää, pystytään asiaa lähestymään käyttötarpeiden mukaisesti. [31, s. 34–37.]

Hyvä soitin mahdollistaa tarvittavien muokkausten tekemisen aloitusnäkympään, soittimen värityksen ja tyylin muokkauksen ja liittämisen ulkoiseen css-tyylitiedostoon ja antaa käyttäjälle perustoiminnot videon navigointiin ja äänen voimakkuuden säätöön. Soitin myös tukee sille syötettäviä videoformaatteja ja mahdollistaa samalla soittimella käytön tietokoneissa, tableteissa ja matkapuhelimissa. Loppukäyttäjän näkökulmasta videon on toimittava vain ”toista”-nappulaa painamalla. [31, s. 34–37.]

Kuvassa 9 nähdään selainpohjainen Flow-player-soitin säätimineen. Keskellä kuvaa on suuri ”toista”-painike, jolla videon toiston voi aloittaa tai keskeyttää. Alaraunassa oleva etenemispalkki kuvaa videon etenemistä. Suorassa lähetyksessä sen merkitys on vähäinen, sillä lähetyksen päätepistettä ei ole määritetty. Tallennetta seurattaessa palkkia voi lisäksi käyttää navigointiin videon eri vaiheiden välillä. Alhalla oikeassa reunassa on lisäksi äänenvoimakkuuden säädin ja painike koko ruudun tilaan siirtymiseen. Soittimen väriteema on muokattu yhtäläiseksi muun sisällön ja yrityksen logon kanssa.



Kuva 9: Selainpohjainen videosoitin.

6 Northern Future Forum 2014 -webcast-tuotanto

Essoossa ja Helsingissä 6.–7.11.2014 järjestetty Northern Future Forum (jatkossa NFF) kokosi yhteen Ison-Britannian, Pohjoismaiden ja Baltian maiden pääministerit keskustelemaan ja jakamaan ideoita liittyen maiden kehitykseen ja yhteisiin haasteisiin. Kyseessä on vuodesta 2011 alkanut perinne, jossa tilaisuuden järjestämistä vastuu vaihtuu vuosittain maalta toiselle. Ensimmäinen tilaisuus järjestettiin Iso-Britanniassa, toinen Ruotsissa ja kolmas Latviassa. Neljäs, vuoden 2014 tilaisuus, järjestettiin Suomessa, ja tilaisuuden isäntänä toimi Suomen pääministeri Alexander Stubb. Paikalla asioista keskustelemassa oli yhdeksän maan pääministerit. [32.]

Pääministereiden kaksipäiväisen vierailun päätapahtuma järjestettiin 7.11.2014 Espoon Otaniemessä Startup Saunan ja Design Factoryn tiloissa. Tilaisuuden lavastus, valaisu ja esitystekniikka oli Suomen Kongressitekniikka Oy:n vastuulla. Goodmood Innovations Oy:n vastuulla oli puolestaan tapahtuman videokuvaus ja tallennus sekä webcast-lähetysten tekeminen.

Olin tapahtumassa mukana Goodmood Innovations Oy:n puolesta. Seuraavassa pyrin välittämään realistisen kuvan siitä, miten tapahtuman suunnittelu, valmistautuminen ja toteutus etenivät webcast-tuotannon näkökulmasta.

6.1 Suunnittelu

Myyntitiimin varmistuttua tuotannon toteutumisesta ja teknisistä vaatimuksista siirtyi tapahtuman suunnitteluvastuu tuotantotiimille. Kaikista tuotannoista, myös tästä, tulee käydä läpi muutama peruskysymys, joiden avulla kartoitetaan tarpeita ja puutteita tuotannon resursseista. Tuotantopäällikkö konsultoi tarvittaessa muuta tuotantotiimiä tilanteesta ja suorittaa tarvittavat toimenpiteet.

- Riittävätkö yrityksen omat työntekijät tapahtuman tuotantoon vai pitääkö mukaan palkata freelancereita?
- Onko yrityksen oma laitteistokanta riittävä vai tarvitseeko tuotanto jotain, mitä ei omasta takaa löydy? Kannattaako laitteet ostaa vai vuokrata?

- Pitääkö yrityksen resursseja jakaa samana päivänä oleville muille tuotannoille?
- Onko lähetykselle odotettavissa tavallista suurempi katsojamäärä? Miten tähän tulee reagoida?
- Onko tapahtumassa jotain muuta tavallisesta poikkeavaa, joka tulee ottaa huomioon?

Korkeasta profiilista ja korkea-arvoisista vieraista huolimatta NFF poikkesi tavanomaisesta tuotannosta vain muutamilta osin. Odotettava katsojamäärä oli selkeästi tavallista suurempi, johon varauduttiin lisäämällä palvelinkapasiteettia. Tapahtuman aikana järjestelmä olisi kestänyt 100 000 samanaikaista katsojaa, minkä lisäksi kapasiteettia olisi voitu lisätä tarpeen vaatiessa. Jonkin ajan kuluttua tapahtuman jälkeen koko järjestelmä muutettiin adaptiiviseksi, jolloin katsojamäärän lisääntyessä myös palvelinkapasiteetti kasvaa tarvittavan määrän. Näin ollen katsojamäärästä ei tarvitse huolehtia etukäteen, vaan käytössä on aina oikea palvelinkapasiteetti. [13.]

Toinen hieman tavanomaisesta tuotannosta poikkeava asia oli tilaisuuden turvallisuusmääräet. Järjestäjälle oli etukäteen toimitettava tapahtumaan osallistuvien työntekijöiden henkilötiedot ja valokuvat, joista järjestäjäpuoli ja poliisi teki tarvittavat taustatutkimukset. Kuvia käytettiin henkilökohtaisten kulkulupien valmistamiseen. Kyseessä on tavallinen ja melko yleinen toimenpide tapahtumissa, joihin osallistuu korkea-arvoisempia vieraita.

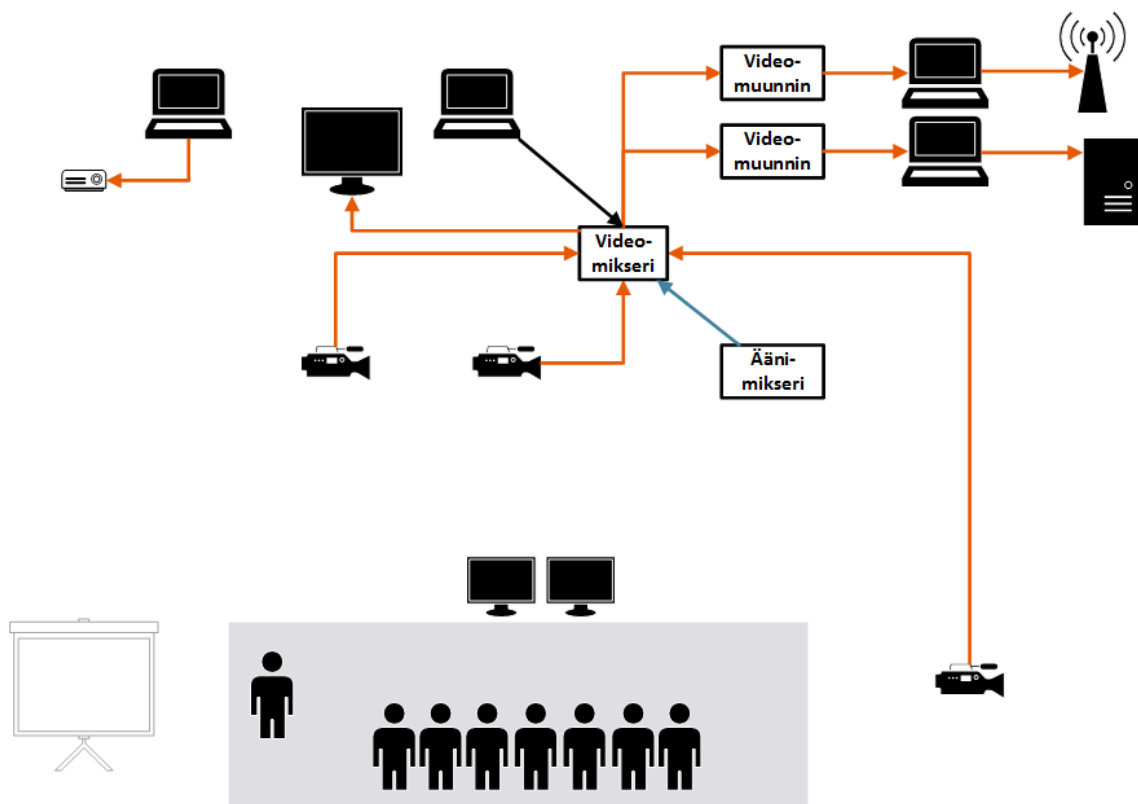
Tuotanto tehtiin ilman freelancereita yrityksen omien työntekijöiden voimin, ja yrityksen omistama laitteisto oli riittävä sellaisenaan. Ulkopuolista laitteistoa käytettiin ainoastaan Cloudstreetin toimittamassa 4G-modeemissa, jolla luotiin varayhteys mahdollisen häiriötilanteen varalle.

Muutamaa päivää ennen tapahtumaa ulkopuoliset mediatalot ilmaisivat kiinnostuksensa tapahtuman lähetyksen välittämiseksi omilla palvelimillaan ja sivustoillaan. Tämä oli sekä järjestäjäosapuolen että Goodmood Innovations Oy:n etujen mukaista, joten halukaille järjestettiin pääsy alkuperäiseen signaaliin. Lähetyksen omille katsojilleen välittivät muun muassa NBC, BBC, Iltalehti, Iltasanomat ja Mtv. Vastaavilta mediataloilta oli paikalla myös oma henkilökunta tekemässä suoran lähetyksen ulkopuolisia raportteja ja haastatteluita. [13.]

6.2 Laitteisto ja rakennus

Tapahtuma kuvattiin kolmella kamerapäällä, joista kaksi oli sijoitettu salin takaosaan ja yksi salin etuosaan esiintymislavan vierelle. Kamerapäistä kuva siirrettiin videomikserin ja kahden videokonvertterin kautta tietokoneille, jotka dekodasivat mediapalvelimelle lähtevän signaalin.

Kuvassa 10 nähdään yksinkertaistettuna tapahtumassa käytetyt laitteet ja niiden väliset kytkennät. Kahden salin takaosassa olevan kamerapään tehtävä oli tapahtuman pääasiallinen tallentaminen. Kolmatta, esiintymislavan vieressä olevaa kamerapäätä käytettiin lähinnä yleiskuvan saamiseen yleisön suunnasta. Tapahtuman alkuvaiheessa kameraa käytettiin kuvaamaan vieraiden saapuminen tapahtumapaikalle. Loppuvaiheessa tällä kameralla haettiin yleisöstä kysymyksen esittäjät kuvaan mahdollisuuksien mukaan.



Kuva 10. Webcast-laitteiston yksinkertaistettu kytkentäkaavio NFF-tuotannossa.

Kamerapäiden videosaatit johdettiin videomikseriin. Tässä vaiheessa kuvasignaaliin yhdistettiin ääni ulkoisesta lähteestä; tässä tapauksessa Suomen Kongressitekniikka Oy oli järjestänyt paikalle äänisignaalin jakolaatikon lehdistön käyttöön. Samaa signaalia

käytettiin myös webcast-lähetyksessä. Lopulliseen kuvasignaaliin lisättiin vielä grafiikka, minkä jälkeen signaali siirtyi videokonvertterien kautta tietokoneille.

Tapahtumasta signaalia ulospäin lähetti kaksi tietokonetta. Ensimmäinen niistä oli kiinni tapahtumapaikan kiinteässä kaapeliverkossa ja toinen langattomassa 4G-matkapuhelinverkossa. Kiinteää verkkoa käytettiin pääyhteytenä. Mahdollisessa ongelmatilanteessa palvelinpää huomaa lähetyksen katkenneen ja vaihtaa suoraan varayhteydelle.

Tapahtuman lavasteet ja muut tekniset laitteistot oli turvallisuusmääräysten mukaisesti tuotava paikalle ja rakennettava itse tapahtumaa edeltävänä päivänä. Yön aikana turvallisuushenkilöstö tarkisti tilan tarkasti. Itse tapahtumapäivänä koko rakennuksen ympäristö oli suljettu, ja kaikki liikenne kulki turvatarkastuksen läpi. Turvamääräysten vuoksi ongelmiin oli varauduttava hyvin etukäteen, sillä esimerkiksi rikkoutuneen laitteen tilalle ei voitu tuoda nopeasti uutta ja korvaavaa laitetta. Turvatarkastus veisi aina aikaa, eikä ongelmatilanteessa ylimääräistä aikaa olisi.

Kamerat asetettiin ja säädettiin yhdessä valaistushenkilökunnan kanssa, samalla kun yhteyksiä ja varayhteyden toimivuutta testattiin. Kun kaikki oli kytkettynä ja toimintakunnossa, kaapelit siistittiin ja siirrettiin pois näkyvistä. Päivän päätteeksi suunniteltiin ja toteutettiin vielä lähetykseen grafiikka. Tämä sisälsi introkuvan, jota pidettiin ruudussa lähetyksen alusta itse tapahtuman alkuun sekä pääministereiden ja juontajien nimiplanssit. Grafiikka tehtiin vasta tässä vaiheessa, jotta niistä saatiin yhtenevät lavastuksen ja muun visuaalisen ilmeen kanssa.

Rakennuksen loppuvaiheessa järjestävältä taholta tuli yllätyksenä tieto, että tapahtumaan haluttaisiin myös niin sanottu Twitter-seinä eli videotykillä kankaalle heijastettu tapahtuman Twitter-syöte. Tämä tuli esille jostain syystä vasta näin myöhäisessä vaiheessa, joten sen työstäminen ajoittui oikeastaan tapahtuman väliselle yölle. Tapahtumapäivänä Twitter-seinä oli kuitenkin valmis, ja nopean äänitestin jälkeen kaikki oli valmista lähetyksen aloittamiseen.

6.3 Tapahtuman eteneminen

Tuotantotiimi saapui paikalle aamulla noin kello kuuden aikoihin. Turvatarkastuksen jälkeen ohjelmana oli varmistaa kaiken toimivuus ja asettaa intercom-laitteisto toimintakuntoon. Yön aikana tehty Twitter-seinä laitettiin toimintakuntoon, ja sitä operoivalle henkilölle annettiin tarpeellinen ohjeistus sen käyttöön. Tilaisuus aloitettiin moderoimattomalla versiolla, jossa kaikki viestit sopivalla aihetunnisteella tulivat välittömästi tapahtumayleisölle näkyviin. Aiheettomien viestien varalta näkymä voitiin kuitenkin vaihtaa yhdellä painalluksella moderoituun versioon, jossa kaikki viestit tarkastetaan ja hyväksytään erikseen. Kun kaikki oli kunnossa, aamupäivä oli pitkälti odottelua ja laitteistojen toimivuuden varmistamista.

Päivän edetessä paikalle saapui yleisöä ja median edustajia seuraamaan tilaisuutta. Lähetys avattiin hyvissä ajoin ennen tilaisuuden varsinaista alkamista, jotta eri toimijat ja katsojat pystyivät varmistumaan lähetyksen toimivuudesta.

Alkuun lähetetyssä kuvassa 11 nähdään lähetystä seuraavien kannalta olennaiset aika-
taulut. Kuvan lisäksi lähetettiin jatkuvaa taustamusiikkia, jotta myös äänen toimivuus ja sen voimakkuus oli mahdollista testata ajoissa etukäteen.



Kuva 11. NFF:n aloituskuva.

Itse tapahtuman alkaessa lähetys avattiin kunnolla saliäänineen. Etukäteen oli sovittu joitain rooleja kameraoperaattorien kesken, mutta käytännössä kamerat seurasivat tarkasti ohjaajan ohjeita intercom-järjestelmän kautta.

Tapahtuman alkuvaiheessa ministerit saapuivat paikalle yksitellen ilman tarkempaa aikataulua. Alkuperäinen suunnitelma oli, että heidän etenemistään seurattaisiin ovelta lavalle asti. Heti alkuun ongelmaksi muodostui kuitenkin se, että muut median edustajat asettuivat oven ja kamerapäiden väliin peittäen suoran näköyhteyden. Tämän lisäksi samaa väliä käveli myös tapahtuman järjestäjiä, turvallisuushenkilöä sekä ääniteknikoita, jolloin oikeiden henkilöiden poimiminen kamerakuvaan muodostui ylivoimaisen vaikeaksi tehtäväksi. Tilanteessa tehtiin nopea päätös, että ministerit otetaan kuvaan vasta heidän noustuaan lavalle, jossa he olisivat selkeästi näkyvissä. Tämä tilanne on tyypillinen esimerkki siitä, miten tilanteet muuttuvat hyvinkin nopeasti ja uusiin tilanteisiin on reagoitava nopeasti. Vaikka ongelma oli pienimuotoinen ja ratkaisun löytäminen tässä tapauksessa helppoa, ovat tämäntyyppiset tilanteet hyvin yleisiä. Tilanteisiin ei juurikaan voi varautua etukäteen, jolloin ratkaisu on kiinni kuvausryhmän ammattitaidosta ja luovuudesta.

Alun sisääntulojen jälkeen tilanne normalisoitui ja tilanteita pystyttiin ennakoimaan huomattavasti paremmin. Kuvassa 12 nähdään esiintymislava ja ministerien paikat. Vieraiden asetuttua paikoilleen ja organisoidun keskustelun alettua myös rytmi kamerapäiden ja ohjaajan välillä rutinoitui nopeasti. Lavalle osoittavien kahden kamerapään kuvat vuorottelivat ohjaajan komentojen mukaisesti niin, että toisen kuvatessa toinen etsi seuraavan kuvakulman. Käytännössä vaihdokset rytmittyivät siten, että ministerin puhuessa yksi kameroista otti hänestä lähikuvaa kuvan 13 mukaisesti toisen ottaessa lähikuvaa juontajasta tai kuvan 12 mukaista yleiskuvaa. Ministerin lopettaessa puheenvuoronsa siirryttiin hetkeksi yleiskuvaan, jonka aikana toinen kamera ehti ottaa seuraavan ministerin tai juontajan lähikuvaan. Tarvittaessa käytössä oli myös yleisöön osoittava kamera esiintymislavan vieressä, jolla pystyttiin ottamaan yleiskuvaa salista ja yleisöstä. Näin kolmen kameran välillä vaihtelemalla tapahtuma alkoi edetä rutiininomaisesti.



Kuva 12. Yleiskuva NFF:n esiintymislavasta.

Kuvassa 13 näkyvät edellisiltana viimeisenä valmistelevana toimenä tehdyt nimiplanssit. Grafiikasta ilmenee ministerin nimi, titteli ja kotimaa. Plansseille suunniteltiin moderni ja asiallinen ilme, jotka olisivat helposti luettavissa eri päätelaiteilla, myös heikommilla yhteyksillä ja lähetyksillä. Alkuperäinen webcast-lähetyksen signaali oli käytettävissä myös muilla mediataloilla, joiden yhteyksistä tai toimintatavoista pakkauksen suhteen ei ollut tietoa. Tästä syystä plansseissa tärkein, ministerin nimi, oli kirjoitettu suurella piste-koolla viestin välittämisen turvaamiseksi. Grafiikka lisättiin lähetykseen suoraan videomikserin kautta niin, että se oli yhtäläistä sekä pääyhteyden että varayhteyden lähetykselle.



Kuva 13. Lähikuva ja ruutugrafiikka.

Aamupäivän tilaisuuden jälkeen ministerit vetäytyivät pienempiin saleihin keskustelemaan maiden kehityksestä ja muista maiden yhteisistä asioista. Samalla myös pääsali tyhjentyi vieraista ja suuresta osasta median edustajia. Webcast-tuotannolle tämä tarkoitti useamman tunnin taukoa. Turvatoimien vuoksi tapahtumapaikalta ei kannattanut poistua, joten väliaika meni pitkälti levätessä, vaihtaessa kuulumisia muiden teknikkojen kanssa sekä seuratessa tv-tuotantojen toimintaa. Aamupäivä oli sujunut ilman isompia ongelmia myös muulla tekniikalla. Ainoastaan Twitter-seinän moderoimaton versio oli jouduttu vaihtamaan moderoituun versioon jo tapahtuman alkuvaiheessa asiattoman kommentoinnin vuoksi.

Iltapäivän lähetyksessä käytiin läpi päivän aikana tehtyjä päätöksiä ja muita ajatuksia. Webcast-tuotannon kannalta iltapäivä oli samankaltainen aamupäivän lähetyksen kanssa. Tapahtuman loputtua, ministerien, vieraiden ja median edustajien poistuttua paikalta, viimeisenä tehtävävaiheena oli purkaa kaikki laitteistot ja siirtää ne kuljetukseen.

6.4 Jakelu

Tapahtumaa jaettiin suoraan NFF:n sivustolla, ja lähetykset välitettiin sivustolle Goodmood Innovations Oy:n palvelinrakenteen kautta. Tämän lisäksi monet mediatilat saivat alku-

peräisen videosignaalin käyttöönsä ja jakoivat sitä eteenpäin omien palvelimien ja sivustojensa kautta. Hajaantuneen jakeluverkon vuoksi katselijoiden kokonaismäärä on vaikea arvioida. Goodmood Innovations Oy oli varannut palvelinkapasiteettia kestämään 100 000 samanaikaisen katsojan kuorman. Katselijoiden lukumäärää seurattiin aktiivisesti koko tuotannon ajan, mutta katsojamäärät eivät antaneet aiheutta palvelinkapasiteetin lisäämiseen. [13.]

Videomikseristä kuvasignaali ohjattiin videokonvertterien kautta kahdelle tietokoneelle, joissa Wirecast-ohjelmisto koodasi videon ja lähetti sen eteenpäin palvelinkeskukseen. Ensimmäinen tietokoneista oli kytketty tapahtumapaikan kiinteään lankaverkkoon, ja sen tehtävä oli muodostaa ja ylläpitää ensisijaista internetyhteyttä. Toinen tietokoneista oli muuten identtinen, mutta se oli yhdistetty internetiin Cloudstreetin langattomalla 4G-mobiiliyhteydellä vaihtoehtoisena yhteystapana. Lähetyksen aikana ensisijaisessa yhteystavassa ei ilmennyt ongelmia, joten varayhteyteen ei jouduttu turvautumaan. Kuvassa 14 näkyy webcast-tuotannon työpiste. Tyypillisesti fyysistä tilaa laitteille on rajoitetusti, jolloin tietokoneet tulee asetella kompaktisti lähettyville. Aiemmin esiteltyjen ja kuvassa 10 olevan kolmen tietokoneen sijaan kuvassa on myös neljäs tietokone tiedonetsintää, aikataulun näyttämistä, monitorointia ja muita vastaavia toimintoja varten. Tuotannosta riippuen samaan ympäristöön voidaan asentaa hallintalaitteet myös langattomille mikrofoneille ja muulle saliaänentoistolle. Tässä tapauksessa äänentoiston hoiti kolmas yritys.



Kuva 14. NFF-tuotannon webcast-työpiste.

Muutoin tapahtuman jakelu oli yhteneväinen luvuissa 5.6 ja 5.7 kuvattujen prosessien kanssa. Ulkoisille mediataloille signaali toimitettiin ketjussa siinä vaiheessa, kun videon koodaus oli purettu ja videosignaalia vaihtava kytkin oli ohitettu. Näin mediataloilla oli täysi valinnanvara käytössään lähetettävän laadun suhteen. Jos ensisijainen yhteys olisi pettänyt, myös muut mediatalot olisivat saaneet varayhteyden käyttöön välittömästi.

Wirecast-ohjelmistossa lähtevän videon resoluutio oli 1280 x 720 pikseliä ja keskimääräinen bittivirta 2,0 megabittiä sekunnissa. Lähetyslaadun keskiarvo on alle taulukossa 1 esitetyn arvon, mutta muuttuvan bittivirran käyttäminen mahdollistaa hetkittäisen bittivirran nostamisen tarvittavalle tasolle. Lisäksi lähetyksessä suuri osa kuvasta oli staattista ja yksiväristä, joten suositusta pienemmän bittivirran käyttö oli perusteltua. [13.]

Videon transkoodaus ja jakelu tehtiin Wowza-mediapalvelimen kautta. Transkoodauksessa lähetyksestä muodostettiin neljä eri laatua, joista jokaisen resoluutio oli muuttumaton 1280 x 720 pikseliä. Muunnokset olivat tasaisen bittivirran 2,0 mb/s, 1,5 mb/s, 0,8 mb/s ja 0,6 mb/s, minkä lisäksi alkuperäinen muuttuvan bittivirran signaali jaettiin mediataloille sellaisenaan. [13.]

Laaduista kaksi parasta riittävät videon hyvälaatuiseen toistumiseen ja kaksi heikompaa videon välttävänlaatuiseen toistumiseen. 0,6 megabittiä sekunnissa riittää siihen, että

lähetys on vielä kutakuinkin seurattava. Tätä pienemmän bittivirran käyttäminen ei olisi mahdollistanut lähetyksen mielekestä seuraamista.

Lähetysprotokollista käytössä olivat MPEG-DASH, Adobe HDS, Apple HLS ja Microsoft Smooth Streaming. Näillä lähetysprotokollilla saavutetaan valtaosa päätelaitteista, eikä päällekkäisyyksiä synny. Lähetysprotokollia olisi voinut olla suurempikin määrä, mutta niiden lisäys ei olisi juurikaan lisännyt tukea suuremmalle määrälle päätelaitteita. Lisäksi näin toimimalla palvelimen kuorma on vähäisempi verrattuna siihen, että olisi käytetty suurempaa määrää protokollia. [13.]

6.5 Jälkituotanto

Aamupäivän ja iltapäivän lähetys toimitettiin jälkikäteen järjestäjäosapuolelle upotettavaksi tapahtuman internetsivulle. Videoita ei yhdistetty, vaan ne pidettiin kahtena erillisenä kokonaisuutena. Videoista ei myöskään korjattu mitään yksittäisiä kohtia tai leikkauksia, vaan tallenteet esitettiin sellaisenaan. Videot pakattiin internetkäyttöä varten pienemmiksi tiedostoiksi. Lisäksi internetsivulla olevaan soittimeen asetettiin videon alku- ja päätepisteet, joiden perusteella videon alussa oleva tyhjä osuus jää katsojalta näkemättä. Päätepiste määrittää vastaavalla tavalla sen pisteen, johon soitin lopettaa videon toistamisen. Kyseessä on nopea ja helppo tapa tehdä videon päätepisteiden määrittely, jolloin video alkaa ja loppuu oikeasta kohdasta. [13.] Lähdekoodiin perehtymällä on kuitenkin mahdollista nähdä koko video ja näin ohittaa soittimeen määritetyt alku- ja loppupisteet.

Tallenne muunnettiin vaihtuvan bittivirran tiedostoksi, jonka keskimääräinen bittivirta oli 1,8 megabittiä sekunnissa. Laatu on riittävä videon oikeaan toistumiseen, sillä bittivirta muuttuu tarpeen mukaan esimerkiksi leikkauskohdissa. Näin se vie myös vähemmän kiintolevytilaa ja latautuu käyttäjän laitteelle nopeammin. [13.]

6.6 Tapahtuman yhteenveto

Teknisestä näkökulmasta tapahtuma eteni erinomaisesti ilman suurempia ongelmia. Pienet vaikeudet eivät näkyneet katsojille, vaan ne pystyttiin peittämään jo kuvaustilanteessa. Tapahtumaan oli valmistauduttu huolella etukäteen, ja näin pystyttiin välttämään

paikan päällä ilmenevät ongelmat ja kriittisten laitteiden kahdentaminen olisi varmistanut toimivuuden myös häiriötilaisuudessa.

Tapahtumassa tuli esille monia tyypillisen tuotannon haasteista, joita ei kamerakuvan perusteella näe. Muutaman tunnin lähetystä varten käytetään lukuisia työtunteja suunnitteluun ja valmistautumiseen. Rakennus- ja kuvauspäivät voivat olla fyysisesti vaativia ja kestoltaan pitkiä, ne alkavat mahdollisesti aikaisin aamulla ja päättyvät tunteja muiden järjestäjien ja vieraiden poistumisen jälkeen. Kaiken lisäksi iso osa päivästä voi olla pelkkää odottelua ja jatkuvaa laitteiden toiminnan testaamista. Northern Future Forumissa oli varattuna reilu aika tekniikan kokoamiselle ja testaamiselle, mutta vaihtoehtoisesti tämä aika voi käytännön pakosta olla myös lyhyt, jolloin toiminnan tulee olla hyvin organisoitua ja suunnitelmallista. Nopeissa kokoamisissa aikaa on karsittava laitteiden toiminnan testaamisesta, jolloin mahdolliset ongelmat tulevat ilmi vasta lähetyksen aikana. Toimiminen tällä tavoin aiheuttaa usein stressiä, joka pitkään jatkuessaan ei luonnollisesti tee ihmiskehölle hyvää. Ulospäin näkyvän tuotteen tekeminen vaatii usean työvaiheen ja niiden saumattoman yhteistyön, ongelmaratkaisutaidon ja luovuuden ammattitaitoista yhdistämistä.

7 Yhteenveto

Ammattimaisten webcast-toimijoiden keskuudessa eletään muutoksen aikaa. Maksuttomien palveluiden yleistyttyä webcast-lähetyksen tekemiseen ei tarvita suuria taloudellisia sijoituksia tai perustietotekniikkaa korkeampaa osaamistasoa. Laadullisilla eroilla valaistuksen, kuvakulmien ja ohjaamisen suhteen ei aina ole merkitystä viestin välittymisen kannalta. Yrityksen julkisuuskuvan ja tapahtuman yleisen onnistumisen ja sulavuuden varmistamiseksi ammattimaisilla toimijoilla on vielä toistaiseksi kysyntää, mutta kustannusten laskiessa alan kilpailu kovenee ja harrastusmaisesti vastaavia palveluja tuottavien toimijoiden määrä lisääntyy. Eri lähtökohdista toimivien myötä myös palveluiden hintataso laskee, jolloin suurten toimijoiden on kyseenalaistettava oman toimintansa mielekkyys.

Kilpailukyvyin säilyttämiseksi ammattimaisten toimijoiden on nostettava omaa strategista kyvykkyyttään. Lähivuosina erilaiset pelillistämiseen ja interaktioon perustuvat menetelmät yleistyvät videotuotannon lisäksi monissa muissa yhteyksissä. Ottamalla käyttöön

toimivan tuotteen yritykset pystyvät saavuttamaan merkittävän kilpailuedun muihin ammattimaisiin toimijoihin ja harrastetoimijoihin nähden.

Perinteisessä mallissa webcast-videotuotanto ei juuri eroa tavallisesta tv-tuotannosta. Lähetyksen live-muotoisuus ja tuotantosijainnin vaihtuminen asettavat omat haasteensa, mutta tekniikan kehityksen myötä laitteiden toimintavarmuus kasvaa. Internet-yhteyksien ja pakkaustekniikoiden kehittyminen mahdollistaa jatkossa korkealaatuisempien lähetysten tekemisen. Jakelussa on kuitenkin varmistuttava, että parhaan mahdollisen laadun lisäksi lähetystä on pystyttävä seuraamaan myös pienitehoisemmilla ja heikkoon internetiyhteyteen kytkettynä olevilla mobiililaitteilla. Suomessa toimiessa pystytään lähes poikkeuksetta toimimaan laadukkaassa verkossa, mutta kansainvälisessä toiminnassa ja jakelussa tilanne on toinen. Tuotantoja suunniteltaessa globaalien markkinoiden haasteet ja rajoitteet on otettava huomioon.

Internetvideon tuotannossa ja jakelussa on haasteita ja tarvetta alan ammattilaisille, mutta käyttämällä ulkoisia palveluntarjoajia myös harrastajat ja yksityishenkilöt pystyvät tekemään suoria lähetyksiä helposti. Lähivuosina tämä näkyy yhä useamman tapahtuman videointina ja suorana lähettämisenä. Ala on selkeästi kasvamassa, mutta sen muoto ja toimijat ovat murrosvaiheessa.

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia webcast-toiminnan nykytilannetta, siinä käytettyjä tekniikoita ja sen tekemisen käytäntöjä. Lisäksi pohdittiin webcastin merkitystä osana yritysviestintää ja sen tarjoamia hyötyjä yrityksille. Raportti tarjoaa yrityksille, ammattitoimijoille ja alasta kiinnostuneille tietoa webcastin mahdollisuuksista ja toteutustavoista. Työn tekemisessä käytettiin hyödyksi työelämäkokemusta, alan toimijoiden haastatteluja ja kirjallista materiaalia. Käytetyt lähteet tekevät sisällöstä ajantasaista ja helppolukuista.

Lähteet

- 1 Niinimäki, Tero. 2015. Account Manager, Goodmood Innovations Oy, Espoo. Haastattelu 13.3.2015.
- 2 Garfield, Steve. 2010. Get seen: Online video secrets to building your business. New Jersey: John Wiley & Sons.
- 3 Halttu, Tuula. 2015. Luokka kotona vai koti luokassa. Verkkodokumentti. <<https://sairaanakinselvviaakoulusta.wordpress.com/2015/03/20/luokka-kotona-vai-koti-luokassa/>>. Luettu 23.4.2015.
- 4 Desktop Presenter 2.0 User guide. 2014. Verkkodokumentti. Telestream. <<http://www.telestream.net/pdfs/user-guides/Desktop-Presenter-User-Guide.pdf>>. Luettu 23.4.2015.
- 5 Galarneau, Lisa. 2014. 2014 Global gaming stats, who's playing what, and why. Verkkodokumentti. <<http://www.bigfishgames.com/blog/2014-global-gaming-stats-whos-playing-what-and-why/>>. Luettu 23.4.2015.
- 6 What is gamification. Verkkodokumentti. Bunchball. <<http://www.bunchball.com/gamification>>. Luettu 23.4.2015.
- 7 Myfitnesspal. Verkkodokumentti. MyFitnessPal. <<https://www.myfitnesspal.com/>>. Luettu 23.4.2015.
- 8 Garmin Connect. Verkkodokumentti. Garmin Ltd. <<https://connect.garmin.com/en-US/features/>>. Luettu 23.4.2015.
- 9 Kapp, Karl M. 2012. The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer.
- 10 Simpson, Wes. 2008. Video over ip: IPTV, internet video, h.264, web tv, and streaming: A complete guide to understanding the technology. United States of America: Elsevier.
- 11 Loeffler, Jens. 2012. The mystery behind live streaming delay. Verkkodokumentti. <<http://www.overdigital.com/2012/02/07/the-mystery-behind-live-streaming-delay/>>. Luettu 23.4.2015.
- 12 About RTMP streaming. Verkkodokumentti. Longtail ad solutions. <<http://support.jwplayer.com/customer/portal/articles/1430349-about-rtmp-streaming>>. Luettu 23.4.2015.
- 13 Pakalén, Kenneth. 2015. Developer, Goodmood Innovations Oy, Espoo. Haastattelu 13.3.2015.

- 14 Cloudstreet. Verkkodokumentti. Cloudstreet Oy. <<http://www.thecloudst.com/>>. Luettu 23.4.2015.
- 15 Sonera laajakaista satelliitti. Verkkodokumentti. TeliaSonera Finland Oyj. <<http://www.sonera.fi/yrityksille/tuotteet+ja+palvelut/internetiyhteys+toimistoon/satelliittilaajakaista>>. Luettu 23.4.2015.
- 16 Ozer, Jan. 2014. Time for a tuneup. Streaming media, January/February 2014, s. 20–27.
- 17 Internet connection speed recommendations. Verkkodokumentti. Netflix. <<https://help.netflix.com/en/node/306>>. Luettu 23.4.2015.
- 18 Youtube help: Live encoder settings, bitrates, and resolutions. Verkkodokumentti. Google. <<https://support.google.com/youtube/answer/2853702?hl=en>>. Luettu 23.4.2015.
- 19 Tzurel, Avi. 2010. RTMP being blocked by firewalls – Flash media server. Verkkodokumentti. <<http://www.kensodev.com/2010/02/19/rtmp-being-blocked-by-firewalls-flash-media-server/>>. Luettu 23.4.2015.
- 20 Overview of the redcode file format. 2012. Verkkodokumentti. Red.com inc. <<http://www.red.com/learn/red-101/redcode-file-format>>. Luettu 23.4.2015.
- 21 Follansbee, Joe. 2006. Hands-on guide to streaming media: An introduction to delivering on-demand media. United States of America: Elsevier.
- 22 HTTP live streaming overview: Introduction. Verkkodokumentti. Apple inc. <<https://developer.apple.com/library/ios/documentation/NetworkingInternet/Conceptual/StreamingMediaGuide/Introduction/Introduction.html>>. Luettu 23.4.2015.
- 23 Stankovic, Marko. 2013. HDS, HLS, HSS – Adaptive HTTP streaming demystified. Verkkodokumentti. <<http://blog.edgecast.com/post/55198896476/hds-hls-hss-adaptive-http-streaming>>. Luettu 23.4.2015.
- 24 HTTP live streaming overview: Frequently asked questions. Verkkodokumentti. Apple inc. <<http://apple.co/1IGSpi4>>. Luettu 23.4.2015.
- 25 Ozer, Jan. 2011. What is MPEG DASH? Verkkodokumentti. <<http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/What-Is-.../What-is-MPEG-DASH-79041.aspx>>. Luettu 23.4.2015.
- 26 Weil, Nicolas. 2014. The state of MPEG-DASH deployment. Streaming media, May 2014, s. 37–43.

- 27 Adobe systems incorporated. Real time messaging protocol (RTMP) specification. Verkkodokumentti. <<http://www.adobe.com/devnet/rtmp.html>>. Luettu 23.4.2015.
- 28 HTTP Dynamic streaming. Verkkodokumentti. Adobe systems. <<http://www.adobe.com/products/hds-dynamic-streaming.html>>. Luettu 23.4.2015.
- 29 The definite guide to HDS. 2013. Verkkodokumentti. Encoding.com. <<http://www.encoding.com/http-dynamic-streaming-hds/>>. Luettu 23.4.2015.
- 30 Smooth streaming. Verkkodokumentti. Microsoft. <<http://www.iis.net/downloads/microsoft/smooth-streaming>>. Luettu 23.4.2015.
- 31 Reinhart, Robert. 2014. Press Play: Video players that just work. Streaming media January/February 2014, s. 34–41.
- 32 About the Northern Future Forum 2014. Verkkodokumentti. Northern Future Forum. <<http://nff2014.government.fi/about-northern-future-forum>>. Luettu 23.4.2015.

