



Jani Virmakoski

Tapahtuman digitaalinen kuvatekninen järjestelmä

Perusteet ja käyttö tapahtumissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi AMK

Esitys- ja teatteritekniikka

Opinnäytetyö

5.6.2021

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Jani Virmakoski
Otsikko:	Digitaalinen kuvatekninen järjestelmä
Sivumäärä:	46 sivua
Aika:	5.6.2021
Tutkinto:	Medianomi
Tutkinto-ohjelma:	Esitys- ja teatteritekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	
Ohjaaja(t):	Valo- ja äänisuunnittelija Tomi Tirranen

Tämä opinnäyte käsittelee kuvatekniikan käyttöä erilaisissa tapahtumissa ja tuotannoissa. Työssä käydään läpi digitaalisen kuvateknisen järjestelmän perusteita. Tarkoituksena on käsitellä lyhyesti perusteet, ei sukeltaa syvälle eri standardeihin, teknii-
koihin ja tapoihin.

Laitteista tutustutaan erilaisiin kuvalähteisiin, kuvanohjaukseen (kuvanvaihtaja, -
mikseri ja videoprosessori) sekä näyttöpintoihin (näyttö, projisointi ja LED-screen). Li-
säksi työ käsittelee yleisimmät resoluutiot, joita käytetään sekä kuvansiirron langatto-
masti ja erilaisissa kaapeleissa. Työ esittelee erikokoisia esimerkkijärjestelmiä. Esi-
merkeissä keskitytään seminaareihin ja kokouksiin, mutta samat laitteet ja pääperi-
aatteet toimivat myös muissa tapahtumissa ja tuotannoissa. Työn lopuksi esitellään
myös case-esimerkki seminaarista, jonka kuvatekninen järjestelmä toteutettiin.

Lisääntyvä kuvatekniikan käyttö tapahtumissa ja tuotannoissa tarkoittaa, että kuva-
tekniikan osaajilla on tekemistä ja haasteita myös jatkossa. Tämän työn tarkoituk-
sena on helpottaa uusien osaajien alalle tuloa.

Avainsanat: kuvatekniikka, tapahtumatekniikka, videotekniikka

Abstract

Author(s): Jani Virmakoski
Title: Basics of Digital Video Systems In Events
Number of Pages: 46 pages
Date: 5 July 2021

Degree: Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme: Live Performance Engineering
Specialisation option:
Instructor(s): Tomi Tirranen, Lighting- and Sound designer

This study of digital video systems examines the use of imaging technology in various events and productions. The basics of the digital video systems are reviewed. The purpose is to briefly address the basics, not to comprehensively examine different standards, techniques, and habits.

Various kinds of devices are covered, including video sources, video control (video changer, -mixer and screen management systems) and display surfaces (display, projection and LED-screen). In addition, the work deals with the most common resolutions used, as well as image transmission wirelessly and with various cables. The work presents example systems of different sizes. The examples focus on seminars and meetings, but the same equipment and guiding principles work in other events and productions as well. At the end of the work, a case example of a seminar where a video system was implemented, is also presented.

The increasing use of video in events and productions means that video professionals will continue to have work and challenges in the future. The purpose of this work is to facilitate the entry of new experts into the field.

Keywords: image technology, event technology, video technology

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Miksi kuvatekniikkaa tapahtumaan?	7
3	Kuvateknisen järjestelmän rakenne	8
3.1	Kuvanlähteet	8
3.2	Kuva-ajo-ohjelmistot	9
3.3	Kuvamikserit ja -vaihtajat	9
3.4	Monitorointi	13
3.5	Järjestelmän ohjaus ja hallinta	13
4	Kuvansiirto, resoluutiot, kuvanpäivitys ja liittimet	14
4.1	Kuvansiirto	14
4.2	Resoluutiot	15
4.2.1	EDID	15
4.2.2	1920 x 1080 eli FullHD	16
4.2.3	3840 x 2160 eli 4K UHD	16
4.2.4	4096 x 2160 eli 4K DCI	16
4.2.5	7680 x 4320 eli 8K UHD	17
4.3	Kuvanpäivitys	17
4.3.1	Lomitettu	18
4.3.2	Progressiivinen	18
4.4	Liittimet ja kaapelit	18
4.4.1	HDMI	19
4.4.2	DP	20
4.4.3	DVI	21
4.4.4	SDI	22
5	Kuvansiirto ja -toisto	23
5.1	Muuntimet	23
5.1.1	SDI	24
5.1.2	Valokuitu	24
5.1.3	HDBaseT	25
5.1.4	Verkko	25
5.2	Kuvantoisto	27

5.2.1	Näytöt ja televisiot	27
5.2.2	Projisointi	27
5.2.3	LED-screen	29
5.2.4	Stream	29
6	Kuvatekninen järjestelmä	30
6.1	Kuvajärjestelmäesimerkkejä	30
6.1.1	Pieni kuvajärjestelmä	30
6.1.2	Keskikokoinen kuvajärjestelmä	32
6.1.3	Suuri kuvajärjestelmä	33
6.2	IMAG	34
7	Kuvateknisen järjestelmän suunnittelu, rakennus ja operointi	35
7.1	Järjestelmän suunnittelu	35
7.2	Järjestelmän rakennus	36
7.3	Järjestelmän operointi	36
7.3.1	Kuvateknikko	37
7.3.2	Järjestelmäteknikko	37
7.3.3	Video-operaattori	37
7.3.4	Striimaaja	38
7.4	Teknikon työpiste	38
8	Ongelmat	39
8.1	Resoluutio, kaapeli ja signaali ongelmat	39
8.2	Verkkoon liittyvät ongelmat	39
8.3	Viive kuvajärjestelmässä	40
9	Case-esimerkki; yrityksen vuotuinen seminaari	41
9.1	Järjestelmän laitteet	41
9.2	Järjestelmän rakenne	42
10	Yhteenveto	45
	Lähteet	46

1 Johdanto

Tässä opinnäytteessä tutustutaan kuvateknisen järjestelmän laitteisiin ja niiden käyttö-tarkoitukseen. Lisäksi tarkastellaan niiden käyttöä erilaisissa tapahtumissa, ja vaikka esi-merkkeinä käytetään enimmäkseen seminaareja ja kokouksia, pääperiaatteet ovat so-vellettavissa muihinkin tapahtumiin. Erilaisia tapahtumia, niin tapahtuman luonteen kuin teknisen toteutuksen suhteen, on lukematon määrä, esimerkiksi erilaiset kokoukset, se-minaarit, koulutustilaisuudet, messut, konsertit, festivaalit, striimit, TV-tuotannot ja erilai-set mainos- sekä TV- ja elokuvakuvaukset. Kaikissa on omat haasteensa. Lisäksi käsi-tellään IMAG-järjestelmää ja sitä, mihin niitä käytetään. Käsitellään myös viivettä ja vii-veettömän kuvan roolia. Tässä työssä ei käsitellä analogisia videosignaaleja, vaan kes-kitytään nykyään yleisesti käytössä oleviin digitaalisignaaleihin.

Alussa pohditaan, mihin tarvitaan kuvatekniikkaa tapahtumissa. Onko se välttämätöntä? Sen jälkeen käydään läpi kuvateknisenjärjestelmän rakennetta, siihen kuuluvia laitteita ja niissä käytettäviä ohjelmistoja. Lähdetään liikkeelle kuvanlähteistä, edetään ohjauk-sen ja järjestelmän hallinnan kautta kuvapintoihin. Seuraavana esitellään muutamia jär-jestelmäesimerkkejä, jonka jälkeen käydään läpi järjestelmän suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja. Samalla tutustutaan kuvateknikon eri rooleihin tapahtumissa. Sitten käydään läpi yleisimpiä keikalla tulevia ongelmia. Lopuksi esitellään case-esimerkki, jossa toteutettiin kuvatekninen järjestelmä seminaariin.

Työn kohderyhmänä ovat tapahtumatuottajat, tapahtumatekniikka firmat, yritysten semi-naareja järjestävät henkilöt, alalla jo työskentelevät, alaa opiskelevat, sekä muut alan toimijat. Tästä syystä laitteet ja aiheet käydään loogisessa järjestyksessä kuvanlähteestä näyttöpintaan ja selitetään selkeästi, menemättä tässä vaiheessa turhan tarkkaan yksi-tyiskohtiin, jotta perusasiat eivät vaikuta liian monimutkaisilta.

Tässä opinnäytteessä paria esimerkkiä lukuun ottamatta lähtökohtana on, että tekniikka tulee jostain alan yrityksestä, ja nimenomaan kyseiseen tapahtumaan, eikä ole tilassa kiinteänä. Esimerkeissä käytetään Suomessa yleisesti käytettyjä laitteita ja ohjelmistoja.

2 Miksi kuvatekniikkaa tapahtumaan?

Kuvatekniikkaa on jo neuvotteluhuoneessa oleva näyttö tai projektori ja siihen kytketty kuvanlähde, yleensä tietokone. Niiden tarkoituksena on, että paikan päällä olevat näkevät diat, kuvat ja muut mitä näytetään isommalta ruudulta. Kun mennään neuvotteluhuoneesta suurempiin tiloihin ja siellä esimerkiksi seminaariin, halutaan yleensä käyttää useita tietokoneita, esittää niiltä PowerPoint-dioja, kuvia, videoita ja mahdollisesti verkkosivuja, esimerkiksi viestiseinä tai verkossa toteutettava kysely. Helpoiten se onnistuu, kun on siihen tarkoitukseen soveltuva kuvanvaihtaja ja kuvateknikko. Näin saadaan esiintyjien vaihtumisesta mahdollisimman sujuvaa ja ammattimaisen näköistä. Toki pienessä tilassa ja tapahtumassa tai tapaamisessa ei välttämättä ole perusteltua olla erikseen kuvatekniikkaa tai kokousavustajaa, mutta viimeistään isommissa tiloissa ja tapahtumissa teknikon läsnäolo on suotavaa. Teknikon läsnäolo voi helpottaa myös järjestäjän, mutta etenkin kokemattoman esiintyjän jännitystä, kun ei tarvitse jännittää, toimiiko tietokone, lähteekö esitys käyntiin, onhan oikeat kuva-asetukset käytössä. Entä mitä tehdään, kun tulee ongelmia? Osaava teknikko selviää yleensä hetkessä ongelmista ja on jopa saattanut varautua niihin. Yleensä teknikko osaa auttaa muissakin teknisissä ongelmissa.

Muissakin tapahtumissa on kuvatekniikkaa. Esimerkiksi festivaaleilla on nykyään lähes poikkeuksetta IMAG¹-screenit ja monet artistit käyttävät taustascreeniä ja esittävät siellä grafiikkaa ja videoita, jotka tukevat esitystä tavalla tai toisella. TV-kilpailuissa grafiikkaa on paljon screeneillä, ja ne voivatkin muodostaa ison osan lavastuksesta. Myös virtuaalituotannot yleistyvät, jolloin kuvaukset suoritetaan oikean lokaation tai green screenin sijaan koko taustan ja katon peittävästä LED-screenistä, ja niihin sitten tehdään virtuaalinen lavastus yleensä pelimoottoriin perustuvalla renderöintimoottorilla, joka muuttaa taustan perspektiiviä kameran sijainnin mukaan.

¹ IMAG = Image MAGnification, kuvan suurennus

3 Kuvateknisen järjestelmän rakenne

3.1 Kuvanlähteet

On olemassa lukuisia erilaisia kuvalähteitä, joita voidaan käyttää osana kuvajärjestelmää. Monia näistä halutaan myös käyttää erilaisista syistä. Listaan tässä yleisimpiä, ja kerron lyhyesti käytöstä.

- Tietokone = Esityskone = Yleisin, PowerPoint-, Keynote-, yms. diaesitykset ja nettisivut näytetään yleensä tietokoneelta. Yleensä myös videot ja kuvat näytetään tietokoneelta, usein erillisestä ajo-ohjelmistosta kuten Qlab, Millumin, ProPresenter tai vastaava. Joskus toki voidaan käyttää myös diaesitysohjelmaa. Esityskone pyritään pitämään poissa internetistä ainakin tapahtuman ajan, ellei ole perusteltua syytä tai tarvetta esimerkiksi näyttää jotain verkosta. Silloinkin mieluiten käytetään erillistä konetta, jolla näytetään netissä olevaa sivua tai materiaalia.
- Mediaserveri = Tehokas tietokone, joka on rakennettu ja varustettu median ajoon. Yleensä käytetään isoissa projisoinneissa tai led-seinissä taustamateriaalin ajoon, mutta voidaan myös käyttää esityksen kuvien ja videoiden näyttämiseen. Mediaserverillä on yleensä mahdollista myös muokata/efektoida materiaalia livenä.
- Kamera = Käytetään yleensä, jos käytetään IMAG-screeniä, mutta voi olla myös dokumenttikamera, jos esiintyjä esimerkiksi piirtää livenä paperille tai esittelee muistiinpanojaan, vanhoja papereita, kuvia, karttoja tms.
- Mobiililaitte = Esimerkiksi puhelin tai tablettitietokone. Käytetään, jos halutaan esitellä esimerkiksi appia, pelata jotain peliä tai piirtää livenä. Monista mobiililaitteista kuva saadaan erillisellä adapterilla, yleensä HDMI:ksi, tai se voidaan peilata esimerkiksi Apple TV:hen tai Google Chromecastiin. Peilatussa ei tarvita kaapelia laitteesta kuvajärjestelmään ja voidaan vapaammin sijoittua lavalle tai tilaan, eikä tarvitse huolehtia johdoista.
- Pelikonsoli = E-sport-tapahtumissa ja esimerkiksi uuden pelin esittelytilaisuudessa tai vaikkapa yrityksen henkilöstötilaisuudessa voidaan pelata konsolipelejä, ja se halutaan esitellä yleisölle. Nykyaikaisista konsoleista saadaan kuva ulos HDMI:llä, mutta etenkin vanhempien konsolien kanssa kannattaa varmistaa, että on sopivat muuntimet, joilla saadaan analoginen kuva digitaaliseksi.
- DVD- tai Blu-Ray-soitin = Joissakin tilanteissa halutaan esittää esimerkiksi elokuvia tai DVD:lle digitoituja videoita. Tekijänoikeudet pitää muistaa, eli mitä vain ei voida näyttää yleisölle ilman lupaa.

3.2 Kuva-ajo-ohjelmistot

Kuvaa voidaan ajaa ulos useilla eri tavoin. Yleisimpiä ovat erilaiset tietokoneohjelmistot ja mediaserverit. Erilaisia kuva-ajo-ohjelmistoja on lukuisia. Niistä käytetyimpiä ovat Millumin, Mitti, ProPresenter ja Qlab. Pääperiaatteet ovat samat kaikissa, eli voidaan esittää kuvia, videoita ja audiota juuri silloin, kun on tarve, halutussa järjestyksessä. Järjestystä on myös helppo muuttaa tarvittaessa. Yleensä ajo-ohjelmistot myös hyväksyvät melko laajasti eri tiedostomuotoja. Ajo-ohjelmistot voivat yleensä myös tehdä pieniä muutoksia materiaaliin, esimerkiksi skaalata sitä tai muuttaa toistonopeutta. Ajo-ohjelmistot toimitetaan pelkkänä tiedostona, eli tietokone tarvitaan erikseen.

Media-servereistä käytetyimpiä ovat Christie Pandoras Box, Disguise Designer, Green Hippo Hippotizer ja Resolume Arena. On toki muitakin, tässä mainittuna yleisimmät Suomessa käytössä olevat. Mediaserverit toimivat pääosin samoin kuin ajo-ohjelmistot. Lisäksi niissä on monia ominaisuuksia, jotka puuttuvat ajo-ohjelmistoista. Yhteistä mediaservereille on, että niitä voidaan ohjata helposti valo-ohjaimilla. Lisäksi serverit voivat käyttää erilaisia efektejä, ajaa useita kuvia/videoita päällekkäin, löytyy geometria korjaukset, ja paljon muuta. Vaikka osa ajo-ohjelmistoista pystyy myös ajamaan useampaa mediaa yhtä aikaa ja käyttämään efektejä, serverit jaksavat yleensä paremmin, ja on mahdollisuus useampiin asioihin yhtä aikaa. Yleensä serveri myydään pakettina, eli ohjelmisto ja tietokone yhdessä, jolloin ohjelmisto on voitu optimoida kyseisille komponenteille. Tosin esimerkiksi Pandoras Boxin saa myös pelkkänä ohjelmistona, jolloin voi itse rakentaa tietokoneen mieleisekseen tai tarpeen mukaiseksi. Resolumea ei valmistaja myy kuin pelkkänä ohjelmistona, eli tietokone pitää itse hoitaa.

3.3 Kuvamikserit ja -vaihtajat

Näytettävää kuvaa voidaan ohjata ja hallita useilla eri tavoin. On erilaisia rautakuvamiksereitä/-vaihtajia, videoprosessoreita ja softakuvamiksereitä. Kaikille on omat käyttäjänsä ja käyttökohteensa.

Rautakuvamikseri on perinteisin, ja etenkin pienemmissä tapahtumissa ja monesti kameramiksauksessa edelleen yleisin. Niistä löytyy yleensä vähintään 4 sisääntuloa, on toki pienempiäkin, ja yksi tai useampi ulostulo. Kuvamikseristä löytyy aina vähintään

PGM-lähtö², josta varsinainen ulos ajettava kuva tulee. Yleensä löytyy lisäksi myös MV-lähtö, josta tulee multiview-näkymä. Monesti löytyy lisäksi AUX-lähtö³, jota voidaan käyttää vaikkapa lavanäytölle, viivenäytölle tai tallentimelle. Isommista kuvamiksereistä voi löytyä useampi PGM-lähtö, joihin jokaiseen voidaan tehdä eri kuvamiksaus, useampi AUX-lähtö eri tarkoituksiin ja enemmän sisääntuloja, mahdollisesti jopa useammilla eri liitännöillä. Etenkin suurimmat kuvamikserit voivat toimia kuten matriisit. Kuvamikserin ominaisuuksiin kuuluu kuvalähteiden suoran leikkauksen lisäksi yleensä vähintään mahdollisuus feidata eli häivyttää kahden eri kuvalähteen välillä. Lisäksi monista löytyy erilaisia pyyhkäisyjä kuvalle, eli esimerkiksi toinen kuvanlähde tulee toisen päälle esimerkiksi vasemmalta liukuen. Myös DSK eli Down Stream Key löytyy useimmista. DSK:n avulla saadaan esimerkiksi nimiblanssi tai tapahtuman / yrityksen logo näkyviin kaiken kuvan päälle. Osassa kuvamiksereitä on sisäänrakennettu kuva-/mediapankki, johon voidaan tallentaa logoja, taukokuvia ja muita tarvittavia valmiiksi käyttöön, eikä välttämättä tarvita erillistä tietokonetta niiden ajoin.

Yleensä kuvamikseristä löytyy fyysiset napit, joilla kuvien vaihto ja muu käyttö tapahtuu. Pienemmissä kuvamiksereissä liitännät ovat yleensä laitteen takana, kun taas suuremmissa miksereissä liitännät ja kaikki prosessointi tapahtuu erillisessä, yleensä räkkiasennettavassa yksikössä ja ohjaus erillisellä ohjainpinnalla. Osaa pienemmistä kuvamiksereistä voidaan ohjata suoraan laitteesta tai vaihtoehtoisesti käyttää tietokonetta tai erillistä ohjainpintaa. Hintaluokka on muutamista sadoista euroista kymmeneen tai jopa satoihin tuhansiin. Viive on yleensä korkeintaan muutaman ruudun⁴.

² PGM-out = Kuvanvaihtajan/-mikserin Program eli ohjelmälähtö. Sitä käytetään mm. screenille/striimiin menevän kuvan lähetykseen. Yleensä laitteista löytyy yksi PGM-out, mutta isommissa laitteissa voi olla useampikin.

³ AUX-out = Kuvanvaihtajan/-mikserin toissijainen lähtö, johon voidaan yleensä tehdä pelkkiä suorja leikkauksia eri kuvalähteiden välillä. Käytetään monesti DSM-monitorille tai viivenäytölle

⁴ Ruutu = Eng. Frame, eli yksi pysäytyskuva videosta



Kuvio 1. Erilaisia kuvamiksereitä, ohjainpintoja ja rakkiasennettavia prosessointiyksiköitä.

Kuvanvaihtajat nimensä mukaisesti vaihtavat kuvaa PGM-lähdössä. Niissä ei yleensä ole kuin suora leikkaus kuvanlähteiden välillä. Kuvanvaihtajissa on vaihteleva määrä sisään- ja ulostuloja ja yleensä yksi ulostulo. On olemassa myös matriisikuvanvaihtajia, joissa on useampi ulostulo ja jokaiseen voidaan ohjata sama tai eri kuva toisistaan riippumatta. Tapahtumissa voi olla matriisi käytössä, esimerkiksi jos mediaserverit on kahdennettu, eli on niin sanotusti pää- ja varakoneet, jotka ajavat täysin samaa ulostuloa yhtä aikaa. Tällä voidaan välttää tilanne, jossa toisen koneen kaatuessa show loppuu tai keskeytyy. Matriisia voidaan käyttää myös, jos videomikseristä on loppunut sisään- ja ulostulot ja tarvitaan muutama lisää. Kuvanvaihtajissa on yleensä fyysiset painikkeet, joilla kuvanlähteitä ohjataan kuvanlähtöihin. Osaan on myös etäkäyttöpaneelita saatavilla, ja kalliimmissa matriiseissa voi olla pelkät etäkäyttöpaneelit. Hintaluokka on noin tuhannesta eurosta kymmeneen tuhansiin. Viive on yleensä lähes olematon, korkeintaan muutaman ruudun.

Videoprosessori on kuvamikserin ja kuvanvaihtajan yhdistelmä. Niillä voidaan hallita ja ohjata helposti samaan aikaan useita kuvapintoja ja niille menevää kuvaa. Prosessorit pystyvät skaalaamaan, kääntämään ja miksaamaan kuvanlähteitä. Sisään- ja ulostulojen määrä ja liittintyyppiä voidaan vaihtaa vaihtamalla sisään-/ulostulokortti laitteeseen. Näin

saadaan juuri silloiseen tarpeeseen sopiva laite. Videoprosessorin ohjelmointi ja hallinta tapahtuu erilliseltä tietokoneelta, niissä ei itsessään ole käyttöliittymää. On saatavilla myös ohjainpaneelleita, mutta niihin joko kuuluu tietokone, tai ne tarvitsevat tietokoneen kaverikseen. Käyttöönotto vaatii kytkennän lisäksi vähintään pientä konfigurointia. Toki perusohjelmoinnin voi tehdä myös ennakkoon varastolla, ja säästää aikaa keikkapaidalla. Hinnat ovat reilusta kymppitonista ylöspäin. Viive on suhteellisen pieni, yleensä joitakin ruutuja.

Softakuvamikseri on nimensä mukaisesti ohjelmisto tietokoneessa, jolla voidaan mikсата ja vaihtaa kuvaa. Softakuvamikserissä yhdistyy, hieman toki ohjelmasta ja tietokoneeseen asennetuista sisään-/ulostulo korteista riippuen, eri rautapohjaiset vaihtoehdot. Yksinkertaisimmat ja edullisimmat softakuvamikserit vastaavat perus kuvamikseriä, tosin kuvalähteitä voidaan käyttää ja yhdistellä vapaammin, sekä esimerkiksi videot, kuvat ja nettisivut voidaan lisätä suoraan kuvanlähteiksi, joten niihin ei tarvita erillistä tietokonetta, eikä siihen mene erikseen sisääntuloa. Myös esimerkiksi NDI⁵ on käytettävissä kuvanlähteeksi. Kalliimmat ohjelmistot vastaavat jo, ainakin osittain, videoprosessoria, sisältäen silti kaikki mahdollisuudet peruskäyttöön. Softamikserien vahvuus on ehdottomasti mahdollisuus laittaa kuvanlähteeksi videot, muut mediat ja esimerkiksi verkkosivut. Lisäksi esimerkiksi etäpuhujien mukaan ottaminen on yleensä helppoa, ja esimerkiksi vMixillä onnistuu samasta ohjelmistosta. Monesti softakuvamikserien käyttö vaatii hieman asetusten säätöä. Softan lisäksi tarvitaan tietenkin tietokone ja kaappauskortit erillisten kuvalähteiden sisäänottoa varten. Ääni voidaan siirtää suoraan Danten⁶ avulla mikserille ja sieltä takaisin. Softakuvamikserit ovat etenkin striimaajien suosiossa, ja paljon niitä käytetäänkin erilaisiin striimeihin. Sisältäväthän ne yleensä jo valmiiksi enkooderin. Ohjelmistojen hinnat vaihtelevat ilmaisesta noin pariin tuhanteen euroon.

Myös mediaserverit voidaan määritellä softakuvamikseriksi, niistä tosin voi puuttua osa ominaisuuksista, ja sisääntuloja voi olla rajallinen määrä. Lisäksi niissä on tietenkin kaikki mediaserverin ominaisuudet. Etenkin mediaserverin, mutta myös varsinaisten softakuvanvaihtajien ongelma on etenkin kamerakuvassa helposti huomattava viive, jonka

⁵ NDI = Network Device Interface, verkkopohjainen kuvansiirto protokolla. Katso luku 5.1.4.

⁶ Dante = Audinaten kehittämä verkkoprotokolla äänen siirtoon lähiverkossa.

vuoksi niitä harvemmin käytetään esimerkiksi IMAG-käytössä. Viive itsessään ei yleensä johdu softasta, vaan kaappauskortista, ja sen viiveestä.

3.4 Monitorointi

Kuva- ja järjestelmätekniikolle on tärkeää pystyä monitoroimaan kuvaa, ja yleensä halutaan nähdä vähintään kuvalähteet ja mielellään myös järjestelmästä kohti kuvapintoja menevä kuva. Tapahtuman kuvalähteiden ja kuvapintojen määrä sekä teknikon omat mieltymykset määrittelevät miten tarkkaan monitoroidaan. Pienemmissä tapahtumissa yleensä riittää kuvamikserin/-vaihtajan multiview, siitä näkyvät sisääntulot sekä uloslähtevä PGM-kuva. Mahdolliset AUX-lähdöt eivät välttämättä näy kuvamikserin/-vaihtajan multiview-näytöllä, joten niitä varten tarvitaan erikseen näyttö, se tosin ei ole välttämätön. Tapahtuman koon kasvaessa tai kuvalähteiden/-pintojen määrän kasvaessa halutaan yleensä tarkempaa monitorointia. Yleensä siinä kohtaa on jo käytössä jokin videoprosessori, kuten esimerkiksi Barco Eventmaster, tai softakuvamikseri, jolla saadaan monimutkaisten kuvapintojen lisäksi luotua erilaisia multiview-näkymiä tarpeen mukaan.

3.5 Järjestelmän ohjaus ja hallinta

Kuvajärjestelmän sydän on yleensä kuvamikseri/vaihtaja. Sen hallintaan voidaan käyttää joko omaa hallintapintaa tai esimerkiksi show control-ohjelmistoja, joilla voidaan hallita useita laitteita ja järjestelmiä yhtä aikaa. Esimerkiksi kun painetaan nappia, valotilanne muuttuu, äänimikserin kanavat avautuvat tai sulkeutuvat, kuvalähde vaihtuu ja lavakellon aika muuttuu. Tässä muutamia laitteita, jotka liittyvät järjestelmän hallintaan.

- Kuvamikseri/-vaihtaja
- LED-prosessori = Laite, joka muuntaa videosignaalin LED-screenille sopivaan muotoon. LED-prosessorin avulla ohjataan myös screenin kirkkautta ja muita asetuksia ja ominaisuuksia.
- Skaalain = Laite, jolla voidaan muuttaa videon kokoa/resoluutiota, venyttää ja puristaa sitä, muuttaa interpoloitu video progressiiviseksi tai toisinpäin tai muuttaa videon virkistystaajuutta esimerkiksi 60hz - >50hz.
- Multiview = Kuvamikserin/-vaihtajan näyttö, jossa näkyy kaikki käytettävissä olevat sisääntulot ja niihin tuleva kuva, sekä uloslähtevä PGM (ohjelma kuva) ja yleensä myös PVM (valittuna oleva, seuraavaksi ulos lähtevä kuva) Laitteesta riippuen myös esimerkiksi AUX-lähtöihin menevä kuva on mahdollista näyttää multiview-näytöllä.

- Lavakello = Kello, josta esiintyjä näkee, kuinka paljon on vielä aikaa esiintyä tai kuinka kauan esitys on jo kestänyt. Joko erillinen laite yleensä lavanäytön lähellä tai lavanäytölle erikseen ajettava kuva tietokoneelta. Voidaan myös käyttää näyttämään kellonaikaa tai esimerkiksi sitä, kuinka kauan näytettävä video vielä kestää.

4 Kuvansiirto, resoluutiot, kuvanpäivitys ja liittimet

4.1 Kuvansiirto

Kuvaa voidaan siirtää joko kaapelia pitkin (esimerkiksi valokuitu, HDMI, SDI, yms.) tai langattomasti, joko tarkoitukseen tarkoitetuilla laitteilla tai esimerkiksi pelaamalla älypuhelimien, tabletin tai tietokoneen näyttö Apple TV:hen tai Chromecastiin. Käytettäessä langatonta verkkoa kuvansiirtoon kannattaa miettiä, pitäisikö laittaa erillinen WLAN-verkko vain siihen käyttöön, jolloin häiriöt ja verkon kuormitus pienenevät ja verkon kapasiteetti on vain kuvansiirron käytössä varmistaen parhaan mahdollisen toiminnan. Molemmille tavoille on omat hyvät ja huonot puolensa. Silti yleensä kuva halutaan siirtää kaapelia pitkin, jos suinkin mahdollista, muutamista syistä;

- Kaapelia pidetään luotettavampana
- Kaapeli ei ole niin herkkä häiriöille
- Langattomaan kuvansiirtoon tarkoitettut laitteet ovat vielä suhteellisen hintavia verrattuna kaapeliin
- Kaapeli itsessään ei lisää viivettä, langattomissa viivettä voi olla muutamista ruuduista ylöspäin

Langaton kuvansiirto on tietyissä tilanteissa parempi tai jopa ainoa ratkaisu. Esimerkiksi steady-camilla on mahdollista saada monipuolisempia kuvia, kun kaapelit eivät rajoita liikkumista. Samoin esimerkiksi mobiililaitteita tai ohjelmia esiteltäessä on kätevämpi ja näyttää paremmalta, jos mobiililaitte ei ole piuhassa kiinni. Langatonta kuvansiirtoa käytettäessä pitää tiedostaa langattomuuden edut, mutta myös haasteet. Käytettäessä langattomia laitteesta laitteeseen ratkaisuja viive on yleensä kohtuullinen, joitain ruutuja. Laadukkaat langattomat kuvansiirtäjät ovat yleensä kalliimpia, ja niitä käytetään erityisesti broadcast-ympäristössä (TV-tuotanto). Halvemmissa voi olla erilaisia luotettavuus ongelmia ja viivettä. Kotikäytössä ne tuskin muodostuvat ongelmiksi, mutta ammattikäytössä ja tapahtumien kriittisen kuvan siirrossa on hyvä käyttää vain luotettavia ja mahdollisimman viiveettömiä laitteita. Tämän vuoksi usein päädytään kaapelin käyttöön, ellei siihen ole selkeitä esteitä tai syitä käyttää langatonta.

4.2 Resoluutiot

Listaan ja käsittelen tässä muutamia tällä hetkellä käytettyjä resoluutioita, sekä niihin liittyviä termejä. Resoluutiolla kerrotaan kuvan leveyttä ja korkeutta pikseleinä. Voidaan ilmaista joko nimellä, esimerkiksi FullHD, lyhenteellä FHD, pystypikseleiden määrällä 1080 tai koko resoluutiolla 1920x1080. Monesti mm. laitevalmistajat ilmaisevat samassa yhteydessä myös virkistystaajuuden⁷ ja kuvanpäivitystavan. Esimerkiksi 1080p50 tarkoittaa 1920 vaakapikseliä, 1080 pystypikseliä, 50 kuvaa sekunnissa progressiivisena. Vastaavasti 1080i50 tarkoittaa muuten samaa, mutta lomitettuna eli interpoloituna.

Vielä 2000-luvun alussa käytettiin Standard Definition resoluutioita, (mm. 640x480, 720x480, tai 720x576) niin TV-lähetyksissä kuin tietokoneiden näytöissä. Sieltä on tultu muutaman välivaiheen kautta huomattavasti tarkempiin resoluutioihin. Tällä hetkellä resoluutiot kasvavat kovaa vauhtia, ja muutaman vuoden välein tulee entistä suurempia ja tarkempia resoluutioita. Muutaman vuoden viiveellä myös kamerat, TV:t, projektorit ja muut näyttölaitteet kehittyvät ja pystyvät näyttämään entistä tarkempaa kuvaa. Tällä hetkellä löytyy jo kameroita, jotka pystyvät jopa 12k resoluutioon (12288 x 6480) ja jopa suurempiin, mutta juurikaan näyttölaitteita ei vielä löydy, ja suurin hyöty suurista resoluutioista saadaankin tuotantovaiheessa.

4.2.1 EDID

EDID eli Extended Display Identification Data on standardoitu tapa, jolla näyttölaitteet kertovat kuvanlähteille omista ominaisuuksistaan. Ei toimi kaikissa signaalityypeissä, koska se vaatii paluukanavan, jota pitkin näyttö lähettää tietoa kuvanlähteelle, eli esimerkiksi SDI ja kuitu eivät välitä EDID-tietoa. (Kuitu-HDMI voi välittää, koska siinä on kuidun lisäksi myös muita johtimia.) Tarkoituksena on maksimoida laitteiden yhteensopivuus ilman, että käyttäjä joutuu konfiguroimaan niitä käsin. Täten saavutetaan paras mahdollinen tarkkuus. EDID juontaa juurensa vuoteen 1994 ja analogisiin kuvasignaaleihin. Nykyään kaikki yleisimmät kuluttajakäyttöön tarkoitetut kuvaliitännät (DVI, HDMI,

⁷ Virkistystaajuus = Kuinka monta kertaa sekunnissa kuva päivittyy. Käytetään Hz ja FPS merkintöjä.

DisplayPort) tukevat EDID tietoa. EDID koostuu 128-bitistä ja pitää sisällään näyttölaitteen tärkeimmät tiedot, ja paljon muuta: Valmistaja, malli, sarjanumero, valmistuspäivä, mitä versioita EDID:stä käytetään, haluaako näyttö analogista vai digitaalista signaalia, näytön koon (pysty ja vaaka cm), tuetut ominaisuudet, väriavaruus, tuetut standardi resoluutiot, tuetut ei standardit resoluutiot. Lisäksi voidaan välittää EDID-laajennus, joka on maksimissaan toiset 128 bittiä, sisältäen mahdolliset lisäominaisuudet, mm. tiedot näyttölaitteen ääniominaisuuksista (CEA-861-E Edid Extension). (Extron 2009.)

4.2.2 1920 x 1080 eli FullHD

FullHD eli teräväpiirto. Tällä hetkellä yleisin käytössä oleva resoluutio niin TV-lähetyksissä kuin tietokoneissa, kameroissa ja pelikonsoleissa, joskin hiljalleen syrjäytymässä.

4.2.3 3840 x 2160 eli 4K UHD

4K UHD eli ultrateräväpiirto. Käytännössä vastaa kahta FullHD-kuvaa vierekkäin, ja kahta FullHD-kuvaa päällekkäin. Yleisin käytössä oleva 4K-resoluutio. 4K UHD on kehitetty TV-lähetyksiä varten. Nykyään suurin osa myydyistä TV:stä alkaa olemaan vähintään 4K resoluutiolla varustettuja, ja myös pelikonsolit ja kamerat tuottavat 4K-kuvaa.

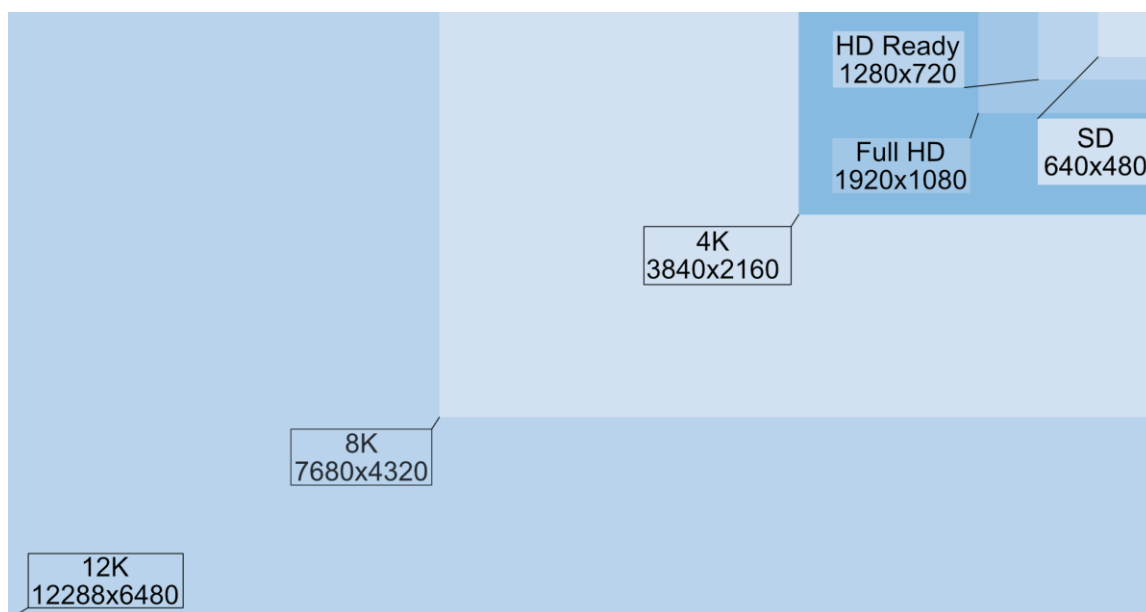
4.2.4 4096 x 2160 eli 4K DCI⁸

4K-standardi, jota käytetään digitaalisissa elokuvissa. Hieman leveämpi kuin kuluttaja 4K, ja vastaakin neljää 2K DCI kuvaa (2048x1080). 4K DCI-resoluutiolla olevia TV:tä ei ole saatavilla, joitakin näyttöjä on, kuten myös digitaalisia elokuvaprojektoreita sekä ammattikäyttöön tarkoitettuja kameroita.

⁸ DCI = Digital Cinema Initiatives on suurien elokuvastudioiden (Disney, Paramount, Sony Pictures Entertainment, Universal ja Warner Bros. Studios) yhteenliittymä. Pää tarkoituksena on dokumentoida ja luoda vapaaehtoinen ja avoin arkkitehtuuri digitaaliselle elokuvalle, ja varmistaa yhtenäinen ja korkea tekninen suorituskyky, luotettavuus ja laadunvalvonta. (Digital Cinema Initiatives LLC, 2020)

4.2.5 7680 x 4320 eli 8K UHD

Neljän 4K-kuvan muodostama kuva. Nykyään käytössä enemmän kuvausvaiheessa, jotta saadaan tarkempaa materiaalia. Myös jonkun verran 8K-telkkareita on ilmestynyt, mutta katsottavaa on vielä rajallisesti. Tilanne toki kehittyy koko ajan. 8K:n hyöty on tällä hetkellä se, että samasta kamerakuvasta saadaan laajakuva ja voidaan rajata useampi lähikuva, joten ei tarvita niin montaa kameraa. Lisäksi kuvausvaiheessa saadaan tarkempaa kuvaa, joka mahdollistaa enemmän jälkikäsittelyssä.



Kuvio 2. Esimerkkiresoluutioiden vertailu.

4.3 Kuvanpäivitys

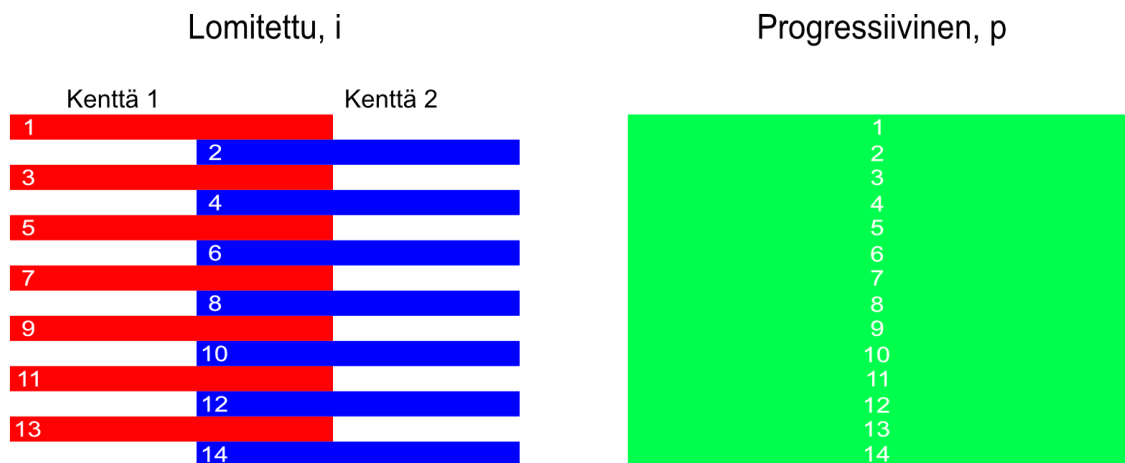
Videon kanssa käytetään kahta eri kuvanpäivitystekniikkaa, lomitettu (i) ja progressiivinen (p). Lomitettu on vanhempi tekniikka, joka on edelleen käytössä television lähetyksissä, ja progressiivinen on uudempi, erityisesti tietokoneiden ja nykyaikaisten näyttöjen käyttämä tekniikka.

4.3.1 Lomitettu

Interpoloitu eli lomitettu on TV-tekniikka, joka kehitettiin ensimmäisiin kuvaputkitelevisioihin. Ongelma oli, että kun kuvaa piirrettiin viiva kerrallaan, yläreunan viivat alkoivat himmentyä, kun kuvasuihku oli menossa alareunassa. Päädyttiin piirtämään joka toinen viiva kerrallaan, jolloin kuva ei himmentynyt silmin nähden. Joten kuva päivittyy kahdessa osassa eli kentässä, puolikuva kerrallaan, ensin parittomat vaakaviivat, (viivat 1, 3, 5, 6, 7, 9 jne.) ja sitten parilliset vaakaviivat (vaakaviivat 2, 4, 6, 8, 10 jne.) Merkitään yleensä resoluution yhteyteen kirjaimella i, esimerkiksi 1080i50.

4.3.2 Progressiivinen

Progressiivinen on nykyaikaisempi, tietokoneissa ja monissa kuluttaja kameroissa sekä pelikonsoleissa käytettävä tekniikka. Koko kuva-ala päivitetään kuva kerrallaan. Vaatii tuplasti kaistaa kaapelissa verrattuna interpoloituun kuvaan. Merkitään yleensä resoluution yhteyteen kirjaimelle p, esimerkiksi 1080p50.



Kuvio 3. Lomitettu ja progressiivinen kuvanpäivitys.

4.4 Liittimet ja kaapelit

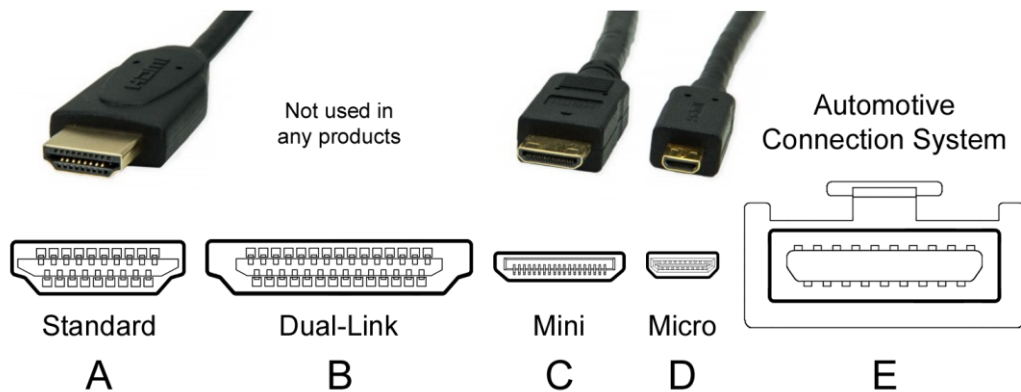
Liittimien erot ovat silmin nähtäviä, mutta niissä on myös paljon samoja ominaisuuksia. Ulkoisten erojen lisäksi eroja löytyy tekniseltä puolelta, eli liittimen ja kaapelin välittä-

mässä signaalityypissä, maksimiresoluutiossa sekä muutamissa muissa ominaisuuksissa. Kaikki digitaaliset kuvasignaalit kuljettavat digitaalista ääntä. Lisäksi osassa signaaleja on kopiosuojausmahdollisuus, osassa ei ollenkaan. Osa liittimistä voi välittää myös toisessa liittintyyppissä yleisesti käytettyä kuvasignaalia (DP ja DVI). Joistakin liittimistä on tarjolla myös muutamia variaatioita, jotka mahdollistavat pienemmät liittimet ja adapterit. Tässä käydään läpi vain yleisimmät liittimet, joita tapahtumissa käytetään. Osa on käytössä myös kuluttajaelektronikassa ja siten tuttuja jo kotoa.

4.4.1 HDMI

HDMI eli High Definition Multimedia Interface on yleisin kuluttajalaitteissa. Kykenee vähintään FullHD kuvansiirtoon, mutta myös 3D-, 4K- ja 8K-kuvansiirtoon riippuen kaapelin ominaisuuksista. Vaikka kaapelit voivat ulkoisesti olla samannäköiset, niillä voi olla eri suorituskyky, hieman eri käyttötarkoitus, ja ne täyttävät eri suorituskykystandardit, joita on tällä hetkellä 8. Kaikki pystyvät luotettavasti välittämään FullHD-kuvaa, mutta 4K ja 8K vaativat jo enemmän suorituskykyä. Yleisesti käytössä kolme liitinmallia, ja standardista löytyy yhteensä 5 liitintä. Osa HDMI-kaapeleista kykenee kuljettamaan ääntä myös paluukanavana (ARC – Audio Return Channel) sekä Ethernetin laitteiden käyttöön. Hyödyllistä kotiteatterikäytössä. HDMI tukee HDCP-kopiosuojausta⁹. Ei lukkiutuva liitin, paitsi tyyppin E-liitin (lisäksi osa valmistajista on kehitellyt omia lukittavia versioitaan A-tyypin liittimestä). Ensimmäinen versio kehitettiin jo vuonna 2002. (HDMI Licensing Administrator 2020.)

⁹ HDCP = High-bandwidth Digital Content Protection eli digitaalinen kopiosuojaus protokolla, jonka tarkoituksena on estää materiaalin luvaton kopiointi. HDCP:tä käytettäessä laitteet joutuvat aina tunnistautumaan toisilleen, ennen kuin kuvaa lähetetään. Kaikki ketjussa olevat laitteet joutuvat tunnistautumaan erikseen ja aina kun uusi laite liitetään. (Digital Content Protection 2008.)



Kuvio 4. HDMI-liitin tyypit. C0nanPayne, CC0, via Wikimedia Commons

4.4.2 DP

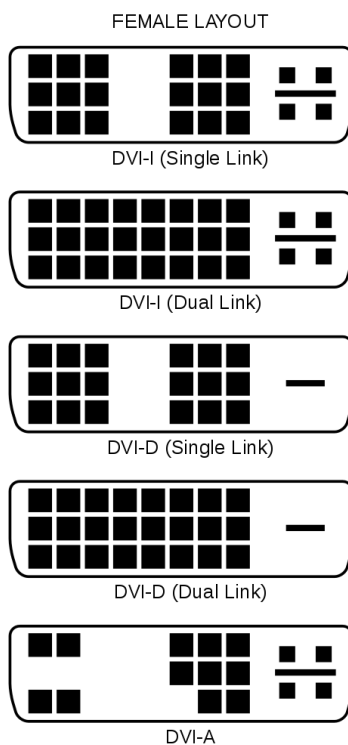
DP eli DisplayPort on toinen yleisimmistä liittimistä niin tapahtumien parissa kuin kuluttajaelektronikassa. Sitä käytetään pääosin tietokoneissa ja niihin liittyvissä laitteissa. Se kykenee jopa 8K-kuvansiirtoon, ja on yhteensopiva HDMI-laitteiden kanssa (kuvalähde voi olla DisplayPort ja näyttölaite HDMI, toisinpäin vaatii aktiivisen adapterin). Kykenee AUX-kanavan avulla siirtämään dataa, esimerkiksi USB-hiiri ja näppis, muistitikku tai web-kamera. Tukee HDCP-kopiosuojausta. Lukkiutuva liitin, vaikkakin irtoaa kyllä tarvittaessa ilman, että lukitus avataan. Ensimmäinen versio esiteltiin 2008. (Vesa 2020.)



Kuvio 5. DisplayPort liitin. Belkin, CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons

4.4.3 DVI

DVI eli Digital Visual Interface on ensimmäisiä digitaalisia kuvansiirtostandardeja kuluttajakäyttöön. Edelleen käytössä, hiljalleen uusissa laitteissa vähenee. Tukee FullHD-kuvaa ja dual-linkkinä¹⁰ jopa 2560 x 1600 @ 60Hz. Viisi versiota liittimestä, ero on liitinpinnien määrässä ja siirrettävässä signaalissa, joka voi olla analogista tai digitaalista. On yhteensopiva VGA:n kanssa, DVI-A- ja DVI-I-liittimet sisältävät pinnit myös analogiselle kuvalle. On myös digitaalisena yhteensopiva HDMI:n kanssa (ei tosin enää HDMI 2.1:n kanssa). Lukkiutuva liitin. Esiteltty 1999. (Digital Display Working Group 1999.)



Kuvio 6. DVI-liitin tyypit. Mobius, Public domain, via Wikimedia Commons.

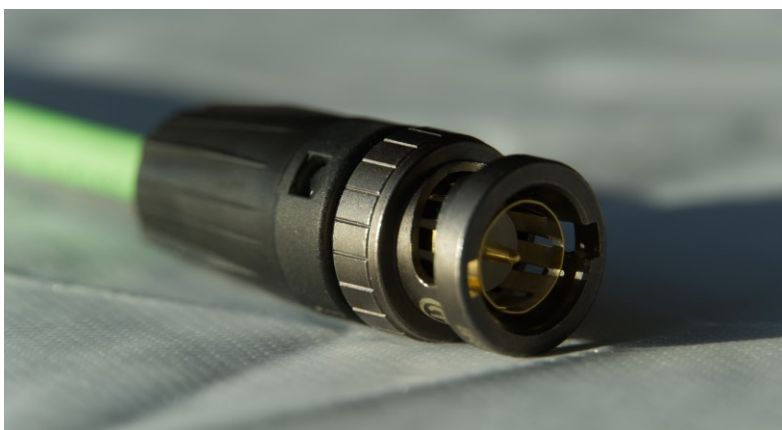
¹⁰ DUAL/QUAD-link = kahden (Dual) tai neljän (Quad) kaapelin käyttäminen yhden signaalin siirtoon. Tällöin kuva jaetaan kahteen tai neljään alueeseen, jotka siirretään omaa kaapeliaan pitkin.



Kuvio 7. DVI-D Dual-Link liitin. Jani Virmakoski

4.4.4 SDI

SDI eli Serial Digital Interface on ammattikäytössä oleva kuvansiirtostandardi, kehitetty alun perin televisiotuotantojen käyttöön. Nykyään on olemassa kahdeksan eri versiota, joista nykyään yleisesti käytössä ja laitteita saatavana 3G-SDI, 6G-SDI ja 12G-SDI. 3G-SDI on tällä hetkellä yleisin ja onkin tarkoitettu 1080p ja pienempien resoluutioiden siirtoon, 6G-SDI 4Kp30, ja 12G-SDI 4Kp60 ja dual-linkkinä jopa 8Kp30 kuvansiirtoon. Tukee useita eri väriavaruuksia (riippuen standardin versiosta). Vaikka SDI-kaapelit ja liittimet on ulkoisesti samannäköiset ja menevät yhteen, ei kaikilla liittimillä ja kaapeleilla saavuteta esimerkiksi 6G- tai 12G-standardin mukaisia nopeuksia. SDI:n vahvuuksia ammattikäytössä muihin verrattuna on etenkin kaapelin pituus, SDI:llä saadaan (riippuen kaapelista) jopa 100 m siirtomatka sekä siinä on kunnollinen liittimen lukitus, SDI-kaapelissa käytetään liittimenä kierrettäviä BNC-liittimiä. Myös aikakoodi saadaan kulkemaan samassa kaapelissa, mikä on etenkin TV-tuotannoissa hyödyllinen. Ei tue kopiosuojausta. Kehitetty alun perin 1989. (Aleksandersen 2018.)



Kuvio 8. 12G-standardin mukainen BNC-liitin, valmistaja Neutrik. Jani Virmakoski

Taulukko 1. Liittimien tärkeimmät ominaisuudet vertailussa.

Liitin	HDMI	DisplayPort	DVI	SDI
Suurin resoluutio	10K 120Hz (HDMI 2.1)	16K 60Hz (DisplayPort 2.0)	2560x1600 60Hz (Dual-Link)	4K 60Hz (12G-SDI)
HDCP	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Lukkiutuva	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä

5 Kuvansiirto ja -toisto

5.1 Muuntimet

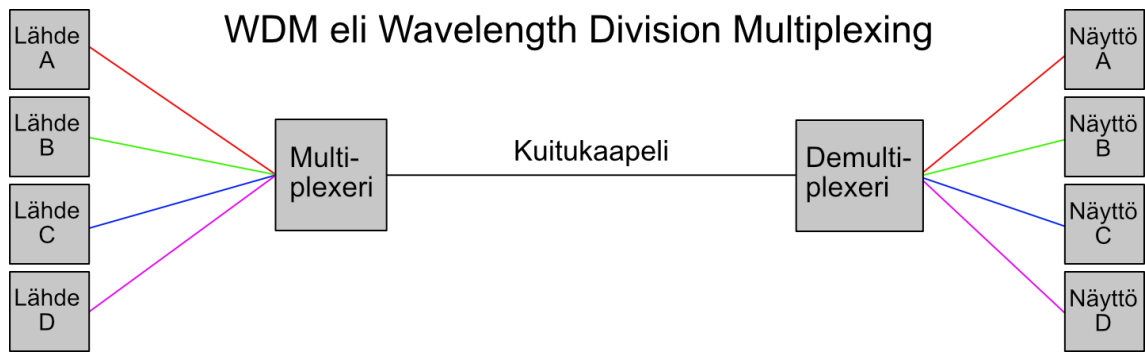
Muuntimia on erilaisia, ja niitä käytetään hieman eri tilanteissa. Yleensä tarkoituksena on pidentää signaalin siirtoetäisyyttä ja osin siirtomatka määrittääkin käytettävän muunnin tyyppin. Muita syitä muuntimille voi olla esimerkiksi tilassa jo olemassa olevan kaapeloinnin käyttö, voidaan haluta käyttää edullisempaa ja/tai kestävämpää kaapelia kulutuksella alttiissa kohdassa, tai osa laitteista ei sovi suoraan yhteen. Esimerkiksi jos videomikserissä on vain SDI-sisääntuloja ja tietokoneessa, jota käytetään, on vain HDMI lähtöjä, tarvitaan muunnin väliin.

5.1.1 SDI

SDI-muuntimet ovat luultavasti yleisimpiä tapahtumissa, ja siihen on selkeitä syitä. SDI-kaapeli itsessään on edullista, se kestää kulutusta, rasitusta ja taittamista (tiettyyn rajaan asti), eikä ole herkkä häiriöille. Muuntimet ovat suhteellisen edullisia, halvimmillaan muutamia kympejä, sekä pienikokoisia eli niitä on helppo jemmata lavasteisiin, rakenteisiin tai vaikka näytön taakse. Muuntimet ovat yleensä helppokäyttöisiä, eli kytke kaapelit ja toimii, toki löytyy esimerkiksi skaalaavia muuntimia, joissa on muutamia nappeja asetusten säätöä varten. Siirtomatka on helposti 100 m, ja muuntimia ketjuttamalla enemmänkin. Kaapelin korjaaminen, eli uusien liittimien laitto on helppoa, kunhan työkalut ovat kunnossa. BNC puristuspihdit ja niihin puristusleuat maksavat yleensä joitakin satasia. Puristusleuat ovat yleensä valmistaja ja liitinmallikohtaisia, toki esimerkiksi Neutrikin leuat käyvät useampaan Neutrikin liitinmalliin.

5.1.2 Valokuitu

Valokuitu on etenkin pienemmissä tapahtumissa harvinaisempi, kuin esimerkiksi SDI, mutta alkaa yleistymään jo keskikokoisissa tapahtumissa. Yleensä valokuidussa lähetetään SDI-formaatissa olevaa kuvaa, eli esim. HDMI muunnetaan ensin SDI:ksi, ja sitten lähetetään kuituun. Yleensä muunnin tekee tuon muunnoksen itse. Toki laite valmistajilla voi olla myös erilaisia käytäntöjä. Valokuitukaapeli itsessään on edullista, kuitumuuntimet puolestaan selkeästi kalliimpia kuin SDI-muuntimet. Myös etenkin keikkakäyttöön tarkoitetut liittimet sekä normaalia kuitukaapelia selkeästi kestävämpi, keikkakäyttöön tarkoitettu kuitukaapeli maksavat toki enemmän. Myös kuitukaapelin korjaaminen eli liittimien hitsaaminen on kallista ja vaatii erikoistyökaluja ja -osaamista. Valokuituun voidaan multiplexata useita kuvasignaaleja, jolloin yhdessä kuitukaapelissa saadaan menemään vaikka 32 eri kuvaa yhtä aikaa. Täten säästetään vedettävien kaapelien määrää. Siirtomatka valokuidussa voi olla jopa kymmeniä kilometrejä, vaikka tapahtumissa puhutaankin yleensä sadoista metreistä, korkeintaan parista kilometristä.



Kuvio 9. WDM multiplexingin toimintaperiaate. Myös muita multiplexing tekniikoita on käytössä. (Sheldon 2013)

5.1.3 HDBaseT

HDBaseT on kustannustehokas tapa siirtää kuvaa, etenkin kiinteissä asennuksissa. Myös keikkakäytössä toimiva, joskaan ei kovin yleinen.

HDBaseT on globaali standardi teräväpiirto videon & audion, lähiverkon, ohjauksen, USB:n sekä jopa 100W virran siirtoon yhtä kaapelia pitkin. AV-tekniikassa, kuluttaja elektroniikassa ja teollisuus tietokoneissa se voi olla yksinkertainen verkkokaapeli (CAT6 tai suurempi) jopa 100 m asti. (HDBaseT Alliance 2021.)

Siirtää signaalin sellaisenaan, eli ei tee muunnosta esim. SDI:ksi välissä, lisäksi voi siirtää tietoa, kuten EDID myös kuvanlähteelle. Täten kopiosuojaus (esimerkiksi HDCP) toimii. Voidaan myös jatkaa seuraavat 100 m laitteita ketjuttamalla. Muuntimet ja etenkin kaapelointi edullista, lisäksi kaapelia voidaan korjata, eli uudet liittimet asentaa helposti ja nopeasti, liittimiin tarvittava puristuspihti maksaa joitakin kympejä.

5.1.4 Verkko

Lähiverkon ja myös Internetin yli tapahtuva kuvansiirto. Vie osan verkon kapasiteetista, verkon rakenne ja ruuhkaisuus vaikuttavat viiveeseen. Voi kulkea useiden verkkokytinten ja laiteiden läpi, näin siirtomatkaa saadaan pidennettyä helposti ja edullisesti. Yleisimmät verkon yli tehtävän kuvansiirron protokollat ovat NDI (lähinnä laitteiden väliseen siirtoon) ja erilaiset stream-käyttöön (esimerkiksi YouTube ja Twitch) tarkoitettut protokollat. Myös erilaiset etäkäyttö ja -ohjausohjelmistot siirtävät kuvaa verkon yli, mutta niitä ei

käytetä tapahtumissa esitettävän kuvan siirtoon. Lisäksi myös erilaiset web-kameran kuvaa siirtävät ohjelmistot siirtävät kuvaa verkon yli, ja niitä käytetäänkin etenkin etäpuhujien kanssa.

On useita erilaisia protokollia ja tekniikoita, joilla kuvaa voidaan siirtää verkon yli. Osa toimii lähiverkossa, osa myös internetin yli. Monet ovat toisiaan vastaavat ja kilpailevat keskenään, joten valinta eri tekniikoiden välillä täytyy tehdä huolella. Käsitellään tässä niistä muutamia lyhyesti. NDI eli Network Device Interface on Newtekin kehittämä verkoprotokolla, jolla siirretään kuvaa lähiverkossa. Voidaan käyttää joko NDI-muuntimia tai älypuhelimeen tai tietokoneelle asennettavaa ohjelmistoa. Niiden avulla voidaan käyttää esimerkiksi puhelinta kamerana. (Newtek 2021.) SDVoE eli Software Defined Video over Ethernet on SDVoE-allianssin kehittämä kuvansiirtoteknologia, jota käytetään kuvansiirtoon lähiverkossa. SDVoE käyttää muuntimia, joten sillä ei voida siirtää suoraan kuvaa esimerkiksi puhelimesta. (SDVoE Alliance 2021.) Dante AV on Audinaten kehittämä kuvansiirtoteknologia, jota käytetään kuvansiirtoon lähiverkossa. Toimii muuntimien avulla, kuten SDVoE. (Audinate 2021.)

Nämä teknologiat ja standardit mahdollistavat edullisen kuvansiirron lähiverkossa kame-roilta, tietokoneilta ja muilta kuvanlähteiltä. Niiden kuvaa voidaan sitten esittää tapahtuman kuvapinnoilla. Kuvanlähteinä ja vastaanottimina voivat siis toimia puhelimet, tietokoneet, kamerat, NDI/SDVoE/Dante AV-muuntimet, kuvamikserit ja näytöt. Osa laitteista tukee suoraan tiettyä kuvansiirto teknologiaa, joten niille ei tarvita erillistä muunninta. Laitteiden ja muuntimien hinnat vaihtelevat, halvimmillaan verkon yli toimivan muuntimen saa muutamilla satasilla.

5.2 Kuvantoisto

Tapahtumissa on käytössä useita erilaisia näyttöjä puhujille ja yleisölle. Näyttöjen määrä riippuu tapahtumasta, osallistujien määrästä, tilasta ja puhujien toiveista.

- Screen = Päänäyttö, jossa näytetään kaikki mitä puhuja haluaa näyttää sekä väliasiat/videot, tapahtuman muu grafiikka ja vaikka etäyhteyden päässä olevat puhujat. Päänäyttö voi olla iso näyttö tai TV, LED-screen, yhden tai useamman videoprojektorin projisointi tai mikä vaan muu näyttölaite.
- DSM-monitori = Confidence monitor, lavanäyttö = monitori, josta esiintyjä/puhuja näkee esimerkiksi PowerPointin muistiinpano näkymän tai esityksen. Myös lavakello on mahdollista laittaa näytölle. Lavan koosta ja esiintyjän tarpeista riippuen DSM-monitoreja voi olla useampia, ja niillä voi olla erimateriaali, esimerkiksi muistiinpanot ja screenillä näkyvä materiaali tai lavakello
- Viivenäyttö = Yleensä näyttö tai TV, jossa näytetään yleensä samaa materiaalia kuin päänäytöllä, yleensä puhujan diat. Voi olla myös projisointi tai LED-screen. Sijoitetaan kauemmas lavasta, jolloin varmistetaan materiaalin näkyminen myös tilan perällä oleville. Myös esimerkiksi aikataulua ja ohjelmaa voidaan näyttää viivenäytöillä.

5.2.1 Näytöt ja televisiot

Näyttöjä ja televisioita käytetään tapahtumissa yleensä DSM-näyttöinä, viivenäyttöinä, käytävillä ohjelmistoa ja mainoksia esittämässä sekä tekniikan tarkkailunäyttöinä. Myös päänäyttö voi olla TV, jos tila on suhteellisen pieni ja yleisö lähellä. Näyttöjen etu on helppo kytkettävyys, edullinen hinta, yleensä hyvä kuva ja monipuoliset asennusmahdollisuudet.

5.2.2 Projisointi

Projisointi on perinteisin tapa esittää kuvaa tapahtumissa ja näyttämöllä ja se onkin melko yksinkertainen, tarvitaan vain projektori ja projisointipinta. Videoprojektorilla esitetään yleensä erillisestä laitteesta tulevaa kuvasignaalia ja se voi olla oikeastaan mitä vain. Kaikki videoprojektorit eivät tue kaikkia sisääntulotapoja, toki nykyään yleensä on ainakin HDMI ja/tai DP-portit, lisäksi osasta löytyy suoraan oma portti SDI:lle ja osasta myös HDBT:lle. Keikkakäyttöön tarkoitettuihin projektoreihin saa yleensä helposti asennettua asennuskehikon (Rigging Frame), jolla voidaan asentaa tykki lähes mihin tahansa alan standardi välinein ilman kikkailua ja ylimääräisiä riskejä.

Projisoinnilla voidaan tehdä periaatteessa rajattoman kokoinen kuva, ainoa rajoittava tekijä on projektorin teho. Sitäkin voidaan kompensoida kohdistamalla useampi projektori samaan kohtaan. Kuvaa voidaan myös levittää sivu- tai korkeussuunnassa suuremmaksi jakamalla se useammalle projektorille. Projisoimalla voidaan kuvaa esittää myös erikoisen muotoisissa pinnoissa, esimerkiksi rakennuksen julkisivussa. Yleensä projisointia käytetään pääscreeninä, tai suuremmissa tiloissa viivenäyttönä. Myös IMAG-voidaan etenkin sisätiloissa ja etelämpänä Euroopassa toteuttaa projisoimalla. Projisoinnin etu on helppo kytkettävyys, yleensä monipuoliset liitännät ja joustavuus kuvan koon ja pinnan suhteen. Huonoina puolina herkkyys päivänvalolle (kuvan kirkkaus ja kontrasti kärsii päivänvalossa) ja etenkin isompien ja tehokkaampien projektoreiden hinta, paino ja koko, äänekkyyys sekä lämmöntuotto.

Projektoreissa on käytetty valonlähteenä alkuun halogeeni polttimoita ja niistä on siirrytty purkauslamppuihin valonlähteenä. Uusin tulokas on laser, josta saadaan valoa suhteessa käytettyyn tehoon enemmän. Laser pienentää valonlähteiden suurimman ongelman, eli lämmöntuoton, huomattavasti pienemmäksi kuin halogeeni- tai purkauslamppu. Laser-valonlähteiden myötä on tullut markkinoille myös projektoreita, joissa valonlähde (ja sen myötä lämpö ja sen hallintaan tarvittavien tuulettimien ääni) voidaan sijoittaa etäämmälle projisointipäästä, jopa 100 metrin päähän.

Projisointiin voidaan käyttää melkein mitä vain pintaa, joskin paras kuva saadaan käyttämällä tarkoitukseen sopivia valkokankaita. Valkokankaat ovat joko etu- tai taustaprojisointiin tarkoitettuja. Vaikka valkokankaat ulkoisesti näyttävät hyvin samalta, on niissä paljon eroja ja kankaan ominaisuuksilla voidaan vaikuttaa kuvanlaatuun huomattavasti. Projisointipintana voidaan käyttää esimerkiksi harsoa tai tylliä, joista etenkin tylli toimii erinomaisesti tehostekeinona, hieman käyttötavasta riippuen. Tietenkin myös seinille, lattiaan, autoon tai vaikkapa kakkuun voidaan projisoida. Projisoinnin haasteita ovat projektorin sijoittaminen niin, että se ei häiritse asiakkaita, eikä esiintyjästä tai ohikulkijoista tule varjoja kuvaan. Projisoitu kuva on myös herkkä valolle ja runsas valo, etenkin aurin-gosta, peittää helposti projisoidun kuvan alleen.

5.2.3 LED-screen

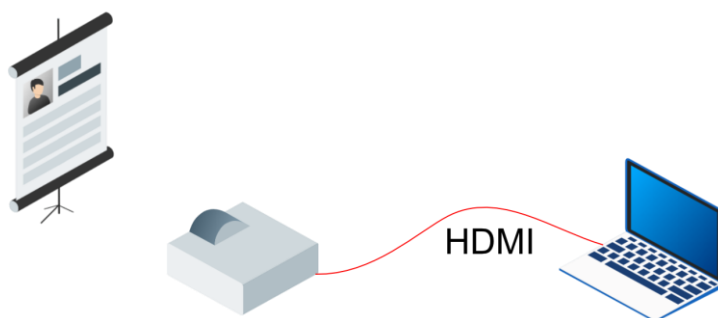
LED-screenin käyttö yleistyy koko ajan tapahtumissa. Osasyitä on useita, mm. kirkkaus, joustavuus muodon ja koon suhteen, LED-screenin suhteellisen pieni tilantarve (verratuna esimerkiksi projisointiin, ei tarvetta varata tilaa projektorin kuvan avautumiselle). LED-screen koostuu useista erillisistä paneeleita, jotka lukittuvat keskenään muodostaen saumattoman kuvapinnan. Lisäksi tarvitaan LED-prosessori, jolla hallitaan screenin kirkkautta, konfiguroidaan se ja syötetään sinne kuva. LED-screenillä voidaan toteuttaa seinä, katto ja lattia. Yleensä LEDillä toteutetaan pääscreen ja mahdollisesti IMAG. Etenkin (Suomessa) ulkona LED on ainoa järkevä valinta IMAG-käyttöön, koska kesällä auringon paisteessa LED näkyy huomattavasti paremmin kuin esimerkiksi projisointi. Myös yleistyvät virtuaalituotannot TV:n ja elokuvien parissa käyttävät nykyään enenevässä määrin LED-screeniä perinteisen green screenin tilalla. LED-screenin huonoja puolia on paino: yksittäinen pala painaa nykyään yleensä n. 6-15 kg, ja hyvin nopeasti paloja tarvitaan kymmeniä, sekä lisäksi ripustusraudat tai lattiajalustat, jos tehdään lattialla seisova screen. Myös sähkönkulutus, vaikka yksittäinen paneeli ei viekään kuin muutamia satoja watteja, kymmeniä paloja kytkettäessä alkaa sähköäkin kulumaan. Yksittäinen LED-screen paneeli maksaa yleensä tuhannesta eurosta ylöspäin. Mitä tarkempi paneeli, sitä kalliimpi se on. Lisäksi tarvitaan kaapelointi, prosessointi ja jo mainitut ripustus- tai lattiaraudat.

5.2.4 Stream

Striimaus eli suoratoisto on viime vuosina yleistynyt vauhdilla. Yleensä striimillä tarkoitetaan jossain videopalvelussa, kuten esimerkiksi YouTube, Vimeo tai Twitch, tai erikseen siihen käyttöön rakennetussa sivustossa olevaa suoraa videolähetystä, joka voi olla webinaari, konsertti tai vaikka tuotejulkistus. Etenkin e-sport-harrastajat ja ammattilaiset ovat jo jonkin aika tehneet striimejä omasta pelaamisestaan. Striimi ei vaadi mitään erillistä näyttöpintaa, vaan vain enkooderin, joka voi olla tietokoneessa oleva ohjelma, tai erillinen rautaenkooderi. Halvimmillaan tietokoneeseen asennettava enkooderi on ilmainen, toki osa maksaa. Lisäksi tarvitaan toki kaappauskortti, jos aiotaan käyttää muuta, kuin samalta koneelta tulevaa kuvaa. Rautaenkooderit maksavat yleensä joitain sataasia ja siitä ylöspäin. Striimin haaste on yleisön osallistuminen, sekä tunnelman välittyminen. Etenkin musiikkistriimeissä ja keikoissa tunnelman välittyminen takaisin artistille voi vaikuttaa paljon artistin mielialaan ja esiintymisvireeseen.

6 Kuvatekninen järjestelmä

Yksinkertaisimmillaan kuvatekninen järjestelmä on tietokone tai muu laite yhdistettynä näyttöön tai projektoriin. Tällaisia järjestelmiä löytyy yleensä valmiina auditorioista, kokoushuoneista ja -tiloista. Yleensä tässä tilanteessa DSM-monitori on puhujan tietokone, ja kuvavaihtajana käytetään kaapelin vaihtoa koneesta toiseen.



Kuvio 10. Kuvajärjestelmä yksinkertaisimmillaan.

6.1 Kuvajärjestelmäesimerkkejä

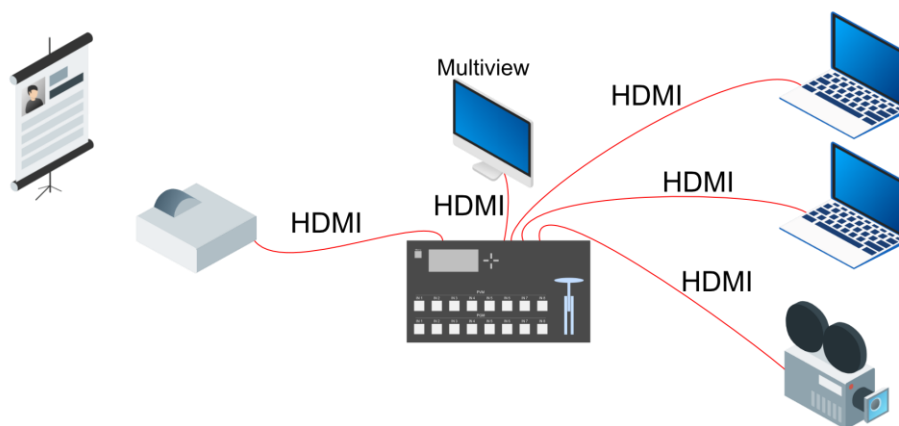
Seuraavassa muutamia esimerkkejä erikokoisista järjestelmistä. Tarkoituksena on näyttää yksi mahdollinen järjestelmä ja antaa käsitys, mitä erilaisiin järjestelmiin voi kuulua.

6.1.1 Pieni kuvajärjestelmä

Seuraava askel on sitten jo useampi tietokone yhdistettynä kuvanvaihtajan tai kuvamikserin kautta screeniin. Yleensä viimeistään tässä kohtaa mukaan tulee jo kuvateknikko, tai joissakin tapauksissa kokousavustaja, joka hoitaa screenillä olevan kuvan kuvalähteen vaihtamisen. Tällöin voidaan esimerkiksi pitää samaa esitystä kahdessa tietokoneessa, ja toisen kaatuessa vaihtaa lennossa toiseen, tai esimerkiksi videot tai jos halutaan esitellä esimerkiksi netissä oleva kyselysivu, voidaan näyttää toiselta koneelta. Myös someseinän liittäminen osaksi seminaaria onnistuu helposti kuvanvaihtajan kanssa. Suurin osa kuvanvaihtajista kykenee lähettämään kuvan myös AUX-liitännän kautta. AUX-liitännää käytetään yleensä DSM-näytölle, jolloin sinne voidaan ohjata joko

sama kuva kuin varsinaisilla näytöillä, tai esityksen muistiinpanot, eli notes¹¹ näkymä. Joskus puhuja haluaa käyttää omaa konettaan, jolloin DSM-monitorissa näytetään joko esitys tai lavakello, ja notes näkymä näkyy esiintyjän koneella.

Normaali, monissa pienissä seminaareissa, koulutuksissa ja vastaavissa oleva järjestelmä. Kuvalähteitä voi olla enemmän tai vähemmän, mutta yleensä kuvalähtöjä/mikrosauksia ei ole kuin yksi, vaikka sama kuva näkyisikin useammassa paikassa yhtä aikaa. Lisäksi mahdollisesti puhujalle DSM-näyttö, vaikka se yleensä onkin puhujan oma tietokone. Yleensä aika helppo rakentaa ilman isompaa suunnittelua, toki mm. kaapelipituuksien on mietittävä etukäteen, ettei tule liian lyhyitä, tai tarpeettoman pitkiä kaapeleita mukaan.

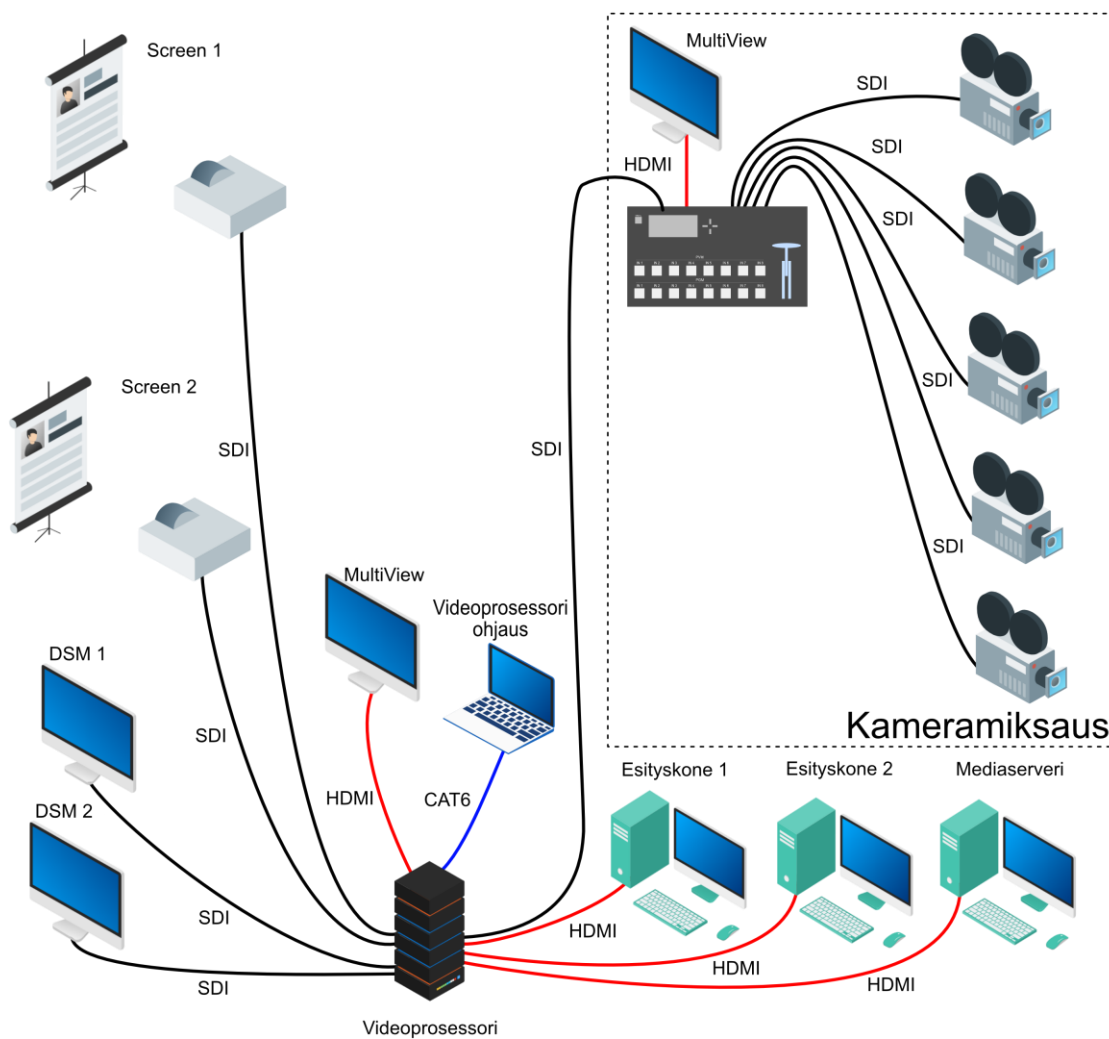


Kuvio 11. Esimerkki pienestä kuvajärjestelmästä.

¹¹ Notes = mm. PowerPointin esittäjä näkymä, eli missä näkyy muistiinpanot, kello, nykyinen dia ja muutos, joka tapahtuu seuraavalla klikkauksella.

6.1.2 Keskikokoinen kuvajärjestelmä

Tapahtuman vaatimusten kasvaessa voidaan lisätä lavalle useampi DSM-monitori, joihin voidaan ajaa eri kuva. Tällä mahdollistetaan, että puhuja näkee notes näkymän ja varsinaisen esityksen katsomatta taakseen. Keskikokoisessa kuvajärjestelmässä on jo useampi kuvalähtö ja lisäksi DSM-monitorit. Toki voi olla vain yksi kuvalähtö, mutta muuten isompi ja monimutkaisempi järjestelmä.

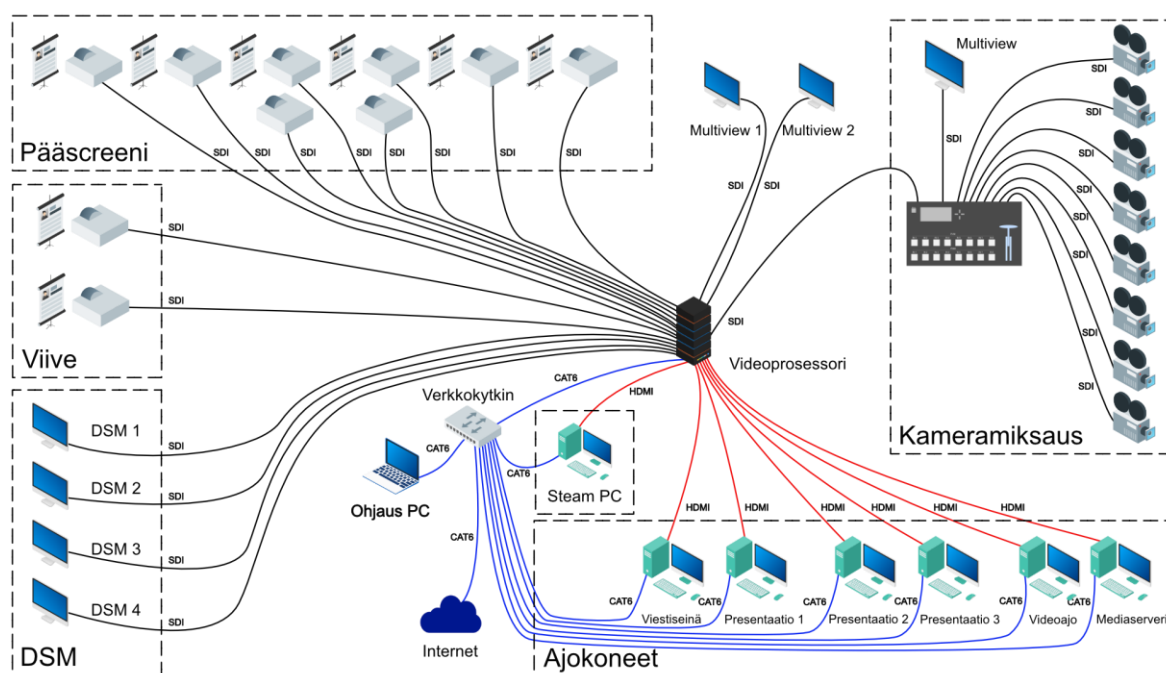


Kuvio 12. Esimerkki keskikokoisesta kuvajärjestelmästä. Mukana erillinen kameramiksaus, kaksi eri kuvapintaa, ja DSM-monitorit.

Seuraavalla portaalla on jo sitten yleensä käytössä IMAG-järjestelmä, jolla mahdollistetaan tilaisuuden osallistujille tasavertainen mahdollisuus nähdä mitä lavalla tapahtuu. IMAG-järjestelmästä tarkemmin luvussa 6.2. Kun käytetään IMAG-screenejä, tarvitaan varsinaisen esityskuvanvaihtajan lisäksi myös toinen kuvanvaihtaja, jolla voidaan vaihtaa IMAG-screeneille menevää kamerakuvaa. Osa kuvanvaihtajista pystyy tekemään toki useamman kuvamiksauksen, jolloin voidaan hyödyntää yhtä laitetta sekä IMAG-kuvamiksaukseen että esitysten vaihtamiseen. Kuvalähteiden ja eri kuvamiksauksen määrä yleensä määrittelee, mikä on järkevä ratkaisu, jotta operaattori tai teknikko kerkeää keskittyä tarpeeksi siihen, mihin tarkoitukseen on kuvasyötettä (videofeed) tekemässä.

6.1.3 Suuri kuvajärjestelmä

Suuressa kuvajärjestelmässä voi olla useita screenejä, useita DSM-monitoreita, IMAG-järjestelmä tai vaikka koko tilan ympärimenevä projisointi/screeni. Mahdollisuudet ovat lähes rajattomat. Samassa järjestelmässä voi olla vaikka useamman tilan kuvajärjestelmä, jos se on tarpeen ja perusteltua.



Kuvio 13. Esimerkki suuresta kuvajärjestelmästä. Mukana erillinen kameramiksaus, panoraama projisointi, jonka keskimmäiset tykit on kahdennettu, useita DSM-monitoreita, viivenäytöt sekä striimaus

6.2 IMAG

IMAG eli Image MAGnification tarkoittaa tilaisuuden (konferenssi, seminaari, kokous, festivaali, konsertti tai messut) esiintyjän tai esiintyjien näyttämistä suurempana samassa tilassa screenillä, jotta kaikki, myös etäämmällä olevat, näkisivät mahdollisimman hyvin esiintyjän. Yleensä näytetään lähikuvaa, jotta kasvojen ilmeet ja eleet näkyvät kaikille, sekä laajempia kuvia, joissa näkyy muutakin, esimerkiksi yleisöä. Myös aikataulut, yhteistyökumppaneiden mainokset ja erilaiset tiedotteet ja ohjeet on helppo esittää IMAG-screenin kautta.

IMAG-screenin käyttö on koko ajan yleisempää, yleisön vaatiessa parempaa näkyvyyttä sekä tekniikan ollessa edullisempaa ja helpommin saatavilla. Yleensä IMAG-screen löytyy festivaaleilta, jäähalli konserteista, messujen tai seminaarien suuremmilta lavoilta ja muista tilaisuuksista, joissa halutaan varmistaa yleisön näkyvyys esiintyjään.

Yksinkertaisimmillaan IMAG-järjestelmä koostuu kamerasta ja screenistä. Screeni voi olla projektori ja valkokangas, TV, LED-seinä tai käytännössä mikä tahansa missä voidaan esittää videokuvaa.

Yhden kameran IMAG järjestelmiä on harvemmin ja käytännössä käytössä on vähintään kaksi, usein useampi kamera. Tällöin järjestelmä muodostuu kameroista, kaapeleista kameroilta kuvamikserille, kuvamikseristä, kaapelista kuvamikseriltä screenille ja screenistä. Järjestelmien kasvaessa (ja myös yhden kameran järjestelmissä) viive voi muodostua ongelmaksi, jos sitä ei oteta huomioon, mieluiten jo suunnitteluvaiheessa ja laitevalinnoissa. Keikkapaikalla ei oikein muuta voi, kun tyytyä siihen mitä on tarjolla.

Vaikka yksittäisen laitteen viive olisi vain yksi ruutu tai alle, useamman laitteen ketjussa siitäkin kertyy äkkiä useita ruutuja, lähes huomaamatta. Hyväksyttävä viive riippuu lopulta tilanteesta, jos esiintyjä tekee nopeita liikkeitä, hyvin nopeasti yleisö huomaa muutamankin ruudun viiveen. Jos taas esiintyjät ovat vaikkapa istumassa paneelikeskustelussa, jopa useamman ruudun viive voi jäädä huomaamatta. Yli 10 ruudun viivettä ei voida hyväksyä IMAG käytössä missään tilanteessa, sillä sen huomaa jo hyvin helposti. Yleensä ihminen huomaa n. 100 ms viiveen, joka Suomessa yleisesti käytetyssä 50 Hz

kuvassa tarkoittaa 5 ruutua. Eli keskimääräinen ihminen alkaa huomaamaan 5 ruudun viiveen. Tarkkaan viiveeseen, joka huomataan, vaikuttaa myös käytetty FPS, esimerkiksi 25 Hz kuvassa jo 2,5 ruudun viive alkaa näkymään.

7 Kuvateknisen järjestelmän suunnittelu, rakennus ja operointi

7.1 Järjestelmän suunnittelu

Järjestelmän suunnitteluun vaikuttavat tapahtuman luonne, mitä asiakas haluaa näytettävän, tilan -koko, -muoto ja -valoisuus, tilaisuuden ohjelma ja kävijämäärä sekä teknikon/operaattorin mieltymykset. Jos tilaisuudessa käytetään livekameroita, on syytä kiinnittää huomiota myös viiveeseen, joka aiheutuu järjestelmässä. Mikäli halutaan lähettää, tai katsoa livestriimiä, tai ylipäätään näyttää esimerkiksi nettisivu, on hyvä ottaa huomioon myös nettiyhteys tilassa. Onko tilassa valmiina, mieluiten nopea kiinteä yhteys tai mobiiliverkon avulla toteutettu yhteys, vai tarvitseeko paikalle tuoda oma moka. Riittääkö verkon kapasiteetti aiottuun käyttöön? Onko samassa verkossa myös muita käyttäjiä?

Suurin osa edellä mainituista pitäisi olla huomioitu jo myyntitilanteessa, mutta on tavalista, että muutoksia ja tarpeita ilmenee ja ne tarkentuvat lähempänä tapahtumaa. Ne on hyvä tarkistaa vielä ennen tapahtumaa ja keikan pakkausta. Myös mahdolliset laiterikot, sekä muihin tapahtumiin menevä kalusto vaikuttavat siihen mitä voidaan käyttää, tai tarvitseeko jotain vuokrata.

Jokaisella on oma tapansa suunnitella järjestelmä, mutta tärkeimpiä huomioonotettavia kohtia suunnittelussa ovat;

- Kuvalähteiden laatu ja määrä (tietokoneita, kameroita, mobiililaitteita yms.)
- Esityspintojen (screen) määrä ja sijainti
- Tilan sähkösyöttöjen määrä ja sijainti
- Lavan ja teknikon työpisteen sijainti
- Tarvitseeko ripustaa? Voiko tilaan ripustaa, ja jos voi, kuinka paljon?
- Tilaisuuden luonne, onko kyseessä konsertti, kokous, TV-ohjelman kuvaukset tms.

Niiden avulla voidaan laskea tarvittava kaapelointi, varmistaa laitteiden soveltuvuus kyseiseen tapahtumaan sekä mahdollisten ripustusten turvallisuus.

Jos tapahtumassa on LED-screen, osana suunnittelua tehdään screenin kaapelointi suunnitelma ja sähkölaskelmat, jotta tiedetään riittäähän sähkö varmasti. Hyvä tapa on piirtää, etenkin hiemankin suuremmista järjestelmistä, järjestelmäkaavio, jotta myös muut videotiimin jäsenet tietävät, mikä kytketään mihinkin. Hyvällä suunnittelulla ja dokumentaatiolla varmistetaan myös, ettei äkillinen sairastuminen tai onnettomuus aiheuta suuria hidasteita rakennusvaiheessa tai myöhemminkään (nk. busssi-indeksi).

7.2 Järjestelmän rakennus

Järjestelmän rakennus keikkapaikalla lähtee yleensä liikkeelle kuvapinnoista, (olettaen, että mahdolliset ripustukset on jo tehty) ja jatkuen siitä kaapeloinnilla ja kohti järjestelmän rakennusta. Suuremmalla keikalla, jossa on useampi kuvateknikko, voi järjestelmätekniikko valmistella järjestelmää, jotta muiden saadessa screenejä ja kaapelointeja valmiiksi, voidaan ne testata saman tien. Näin saadaan yksi osa kerrallaan valmiiksi, eikä ole välttämätöntä tarvetta palata enää ks. screenin tai kaapeloinnin kimppuun myöhemmin. Lopulliseen rakennusjärjestykseen vaikuttaa keikan muu tekniikka ja rakentuminen, joku osa pitää saada valmiiksi ensimmäisenä, jotta se saadaan muiden edestä pois, ja toisen osan kanssa pitää odottaa, että muut saa omansa valmiiksi, tai jotain pitää upottaa tai asentaa muuten lavasteisiin.

7.3 Järjestelmän operointi

Pienemmissä tapahtumissa kuva-/videoteknikko hoitaa järjestelmän suunnittelun, kaasuksen ja operoinnin. Järjestelmän ja tapahtuman koon kasvaessa, voidaan rooleja ja töitä jakaa järjestelmätekniikon, video-operaattorin ja kuvateknikon kesken. Roolit kertovat lähinnä tehtäväjaosta ja vastuista tapahtuman aikana. Nimikkeet ja roolit ovat häilyvät, eikä niille ole tarkkaa määritelmää. Kuvateknikko on osa videotiimiä, etenkin rakennus ja purkuvaiheessa. Joissakin tapauksissa järjestelmätekniikko on myös video-operaattori, hoitaen järjestelmän ja screenille menevän materiaalin ohjauksen. Kuvateknikko voi tällöin hoitaa esityskoneita. Kuvateknikko voi työskennellä myös striimaajana. Jos

keikalla on kameraryhmä, heidän mukanaan tulee yleensä ohjaaja/leikkaaja, joka ohjaa ja leikkaa kameraryhmältä tulevan kuvan valmiiksi esimerkiksi IMAG-käyttöön. Striimit ovat poikkeus, niissä yleensä ei ole käytössä IMAG-järjestelmää, vaan kuva sommitellaan lähtökohtaisesti striimissä katsottavaksi. Striimissä ei välttämättä myöskään ole erillistä kameraohjaajaa, vaan sama tekniikko hoitaa sekä kamera että muun kuvamiksauksen.

7.3.1 Kuvateknikko

Kuvateknikon vastuulla pienemmissä tapahtumissa on järjestelmän kasaus ja operointi. Hän vastaa siitä, että oikea esitys/kuvalähde on oikeaan aikaan kytkettynä ja screenillä. Yleensä myös mahdolliset muutokset viime hetkellä tapahtuvat kuvateknikon kautta tai avustuksella. Suuremmissa tapahtumissa kuvateknikko työskentelee järjestelmätekniikon apuna rakennuksessa ja purussa, ja tarvittaessa tapahtuman aikana huolehtii materiaalin siirrosta koneille, operoi esityskoneita ja auttaa esiintyjä kytkemään omia koneitaan videojärjestelmään. Kuvateknikkoa voidaan tietyissä tilanteissa kutsua myös PPT-tekniikoksi. Tällöin hän vastaa presentaatioiden oikeasta järjestyksestä tapahtuman aikana, tarkkailee mm. klikkerin toimintaa, ja tarvittaessa manuaalisesti ajaa esitystä eteenpäin. Tärkeää erityisesti, jos puhuja on etänä, ja ohjaa etäklikkerillä esitystä.

7.3.2 Järjestelmätekniikko

Kuvateknikko voi toimia myös järjestelmäteknikkona. Hän vastaa videojärjestelmästä, sen suunnittelusta, operoinnista ja ylläpidosta. Rakennuksen aikana järjestelmätekniikko on yleensä videotiimin johtaja, jakaen tehtävät muille tiimin jäsenille. (tiimin johtaja voi toki olla myös joku muu, jos se on perusteltua).

7.3.3 Video-operaattori

Video-operaattori on vastuussa tapahtuman visuaalisesta ilmeestä (screeneillä, valo-operaattori luonnollisesti vastaa visuaalisuudesta valaistuksen puolesta ja yleensä suunnittelija luo visuaalisen ilmeen, jota operaattorit noudattavat) ja hän ohjaa screeneillä näkyvän materiaalin oikeaan aikaan, oikeille screeneille. Hän voi käyttää, jälleen tapahtumasta ja omista mieltymyksistään sekä työtavoistaan riippuen, joko valopöytää (esim. GrandMA, Chamsys) mediaserverin ohjaamiseen, mediaserverin hallintaohjelmistoa

(Esimerkiksi Green Hippo Zookeeper, Disguise Designer), medianajo-ohjelmistoa (Esimerkiksi Qlab, Millumin, Resolume) Diashow ohjelmaa (Esimerkiksi Office PowerPoint, Google Slides, Apple Keynote) tai vastaavaa. Käytössä voi mediaserverin ja/tai ohjelmistojen lisäksi olla myös kuvanvaihtaja tai kuvamikseri, jolla voidaan vuorotella esimerkiksi taustagrafiikan ja diashown kanssa.

7.3.4 Striimaaja

Nykyään yleistyvien stream tapahtumien (konsertit, koulutukset, seminaarit yms.) striimaamisesta vastaa yleensä striimaaja, jonka työnkuva on monesti vastaava, kuin video-operaattorilla. Lisäksi hänen vastuullaan on striimissä näkyvän kuvan ohjaaminen ja leikkaaminen. Tosin, erityisesti suuremmissa tapahtumissa voi olla erikseen striimaaja, joka ohjaa ja hoitaa striimiin menevän kuvan video-operaattorin hoitaessa paikan päällä screen materiaalit.

7.4 Teknikon työpiste

Työpisteen kokoonpano ja muoto riippuu tapahtumasta, käytettävästä laitteistosta ja tehtävästä. Yleensä siellä on kuitenkin ajolista, (paperinen tai sähköinen) josta selviää mitä milloinkin tapahtuu, kuka esiintyjä on lavalla, mitä hän tarvitsee (Mikki, presentaatio, omakone, onko videoita, muut huomiot) sekä esitysten ja taukojen arvioitu kesto. Aikoihin voi tulla muutoksia. Lisäksi siitä löytyy yleensä tietokone, tai useampi. Jos kuvateknikko vastaa vaikkapa presentaatioista, työpisteeltä löytyy esityskoneet, niiden näyttöt, näppäimistöt ja hiiret. Jos kyse on esimerkiksi TV-kuvauksista ja on kyse järjestelmätekniikasta, hänellä on työpisteellä tai sen välittömässä läheisyydessä videojärjestelmän laitteet, sähkökeskukset, mahdolliset LED-proessorit, mediaserverit ja niiden hallinta. Monesti myös esikatselu uloslähtevästä kuvasta. Jos kyseessä on video-operaattori, työpisteeltä löytyy yleensä valopöytä tai mediaserverin hallintaohjelmistolla varustettu tietokone.

8 Ongelmat

Erilaisia teknisiä ongelmia ja haasteita voi tulla vastaan monessa eri muodossa. Yleisimmät ovat kuvalähteen (tietokone, mobiililaitte, konsoli tms) ulostulon HDCP-suojauksen eri resoluutiot ja niiden yhteensovittaminen, verkkoon liittyvät ongelmat sekä laiteketjusta aiheutuva viive. Myös laitteissa tai niiden ohjelmistossa voi olla virheitä, jotka aiheuttavat ongelmia.

8.1 Resoluutio, kaapeli ja signaali ongelmat

Resoluutioista aiheuttavat ongelmat voivat liittyä lomitettun ja progressiivisen kuvan käyttöön ristikkäin. Siitä selvittää skaalaimella, joka osaa muuntaa lomitettun progressiiviseksi. Monesti kameraryhmältä tulee lomitettua kuvaa ja LED-screeni hyväksyy vain progressiivista. Tällöin kuva voi näyttää väpättävän, tai seilaavan edestakaisin. Toinen mahdollinen ongelma resoluutioiden kanssa on liian pitkä tai huonolaatuinen HDMI- tai DisplayPort kaapeli, ja kuva ei yksinkertaisesti vain kulje, vaikka kaapeli on ehjä, silloin resoluution lasku voi auttaa, jolloin kaapelin läpi kulkevan datan määrä pienenee. Toki, oikea tapa on vaihtaa kaapeli. Rikkinäinen kaapeli on tietenkin mahdollinen ja ulkoisesti ehjän kaapelin toimimattomuus on luotettavasti vaikea tarkistaa ilman testeriä. Voi toki kokeilla hitaasti hieman liikutella liitintä ja kaapelia, kuva voi silloin pätkiä. Digitaaliseen kuvaan voi tulla hieman häiriötä (lähinnä pätkimistä), mutta lähtökohtaisesti kuva joko näkyy tai ei näy.

8.2 Verkkoon liittyvät ongelmat

Verkkoon liittyvät ongelmat ovat monesti etähallinnan ja ohjauksen toimimattomuutta ja niiden korjaaminen voi olla haastavaa ja hidasta. Monesti itse vika tai sen ratkaisu on hyvinkin yksinkertainen mutta aikaa menee, kun vikaa haetaan. Internetin kanssa voi myös törmätä haasteisiin joko latausnopeus ei riitä toistamaan kunnolla videota, joka halutaan näyttää, etäpuhujan yhteys pätkee jatkuvasti tai asiakkaan lähettämän tiedoston latauksessa kestää pitkään. Yleensä juuri silloin, kun olisi jo hieman kiire. Etenkin striimi keikoilla lähetysnopeus voi osoittautua liian pieneksi, jolloin striimi katkeilee tai pätkee. Voi käydä myös niin, että testaillessa verkko toimii hienosti, mutta kesken striimin jostain syystä verkon käyttö muualla talossa kasvaa ja striimi alkaa pätkimään.

8.3 Viive kuvajärjestelmässä

Erityisesti IMAG-järjestelmältä vaaditaan minimaalista viivettä, koska ihminen huomaa melko nopeasti viiveen IMAG-kuvassa ja IMAG-järjestelmää käytetään tilanteissa, jossa ihminen yleensä näkee samaan aikaan sekä IMAG-screenit että esityksen suoraan laivalta. Tällöin jo muutaman ruudun mittainen viive voi olla häiritsevää ja viimeistään puolen sekunnin viiveen huomaa jo kaikki. Tällöin järjestelmä suunnittelun tärkeys nostaa päätään, koska jo suunnitteluvaiheessa voidaan viiveeseen vaikuttaa jättämällä turhat laitteet pois ketjusta, valitsemalla laitteet, joiden viive on pieni ja minimoimalla kuvalle tehtävät muunnokset ja muu prosessointi. Prosessointia on kaikki kuvaan tehtävät muutokset, skaalaus, efektit, ja geometria korjaukset (keystone, warp).

Yleisimmät IMAG-järjestelmän viiveen aiheuttajat ovat muunnokset eri signaali tyyppistä toiseen (HDMI -> SDI yms.), led-seinän prosessointi, skaalaukset ja käännöt. Myös esimerkiksi projektorissa tai mediaserverissä tehtävä warp, keystone ja muut geometria korjaukset aiheuttavat viivettä.

9 Case-esimerkki; yrityksen vuotuinen seminaari

Case-esimerkissä käydään läpi yhden seminaarin kuvatekninen toteutus ja siinä käytetyt laitteet. Ohjelma oli yksinkertainen, muutama puheenvuoro ja illalla bilebändin tahdissa illanviettoa.

Kyseessä on yrityksen vuosittain tapahtuva seminaari, jossa aamupäivän ohjelmassa on edellisen vuoden läpikäynti, seuraavan vuoden tavoitteet ja lyhyt koulutus osio. Iltaohjelmassa palkitaan edellisen vuoden onnistujia ja lopuksi vapaata juhlintaa bändin tahtiin.

9.1 Järjestelmän laitteet

Käytettävä laitteisto oli pitkälti määritelty jo myyntitilanteessa, joitain lisäyksiä ja muutoksia siihen tein. Tilaisuuteen oli myyty LED-screen, kaksi viivenäyttöä, kaksi puhuja monitoria, kaksi esitystietokonetta, esitysläppäri viestiseinää varten, videoita varten Mac-kannettava, mediaserveri screenin taustamateriaalille sekä Barco Eventmaster S3 video-ohjaukseen.

Tehtäväni oli suunnitella ja toteuttaa videojärjestelmä, sekä operoida sitä tapahtuman ajan. Suunnittelussa lähdin liikkeelle siitä, mitä oli myyty, sekä tilasta mihin oltiin menossa. Myynti antaa raamit sille, millä laitteilla keikkaa lähdetään toteuttamaan. Tila määrittää lähinnä kaapelivetojen pituuden ja laitteiden sijoittelun, mutta voi vaikuttaa myös laitevalintoihin. Tällä kertaa sähkö tuli heti screenin takaa, joten sen suhteen kaapelointi oli yksinkertainen ja lyhyt. FOH sijoittui välittömästi lavan viereen, joten myös SDI- ja datakaapelit pysyivät maltillisen mittaisina. Ainoa mihin joutui varaamaan enemmän kaapelia, oli viivenäyttö, joita tuli lopulta vain yksi.

LED-screen oli Absen A5:sta, johon oli suunniteltu reunoihin muutamia aukkoja, joista lamput tuli läpi. Keskelle jäi yhtenäinen alue presentaatioita varten. Presentaatioiden aikana molempiin puhujamonitoreihin ohjattiin eri kuva, toiseen muistiinpanot (ns. esiintyjä näkymä) ja toiseen sama mikä näkyi screenillä. Muissa tilanteissa molemmissa oli sama kuva. Viivenäytössä näkyi sama kuva kuin screenillä. Kahdelle puhujalle käytettiin lisäksi toisen puhujamonitorin alla sijainnutta puhujakelloa.

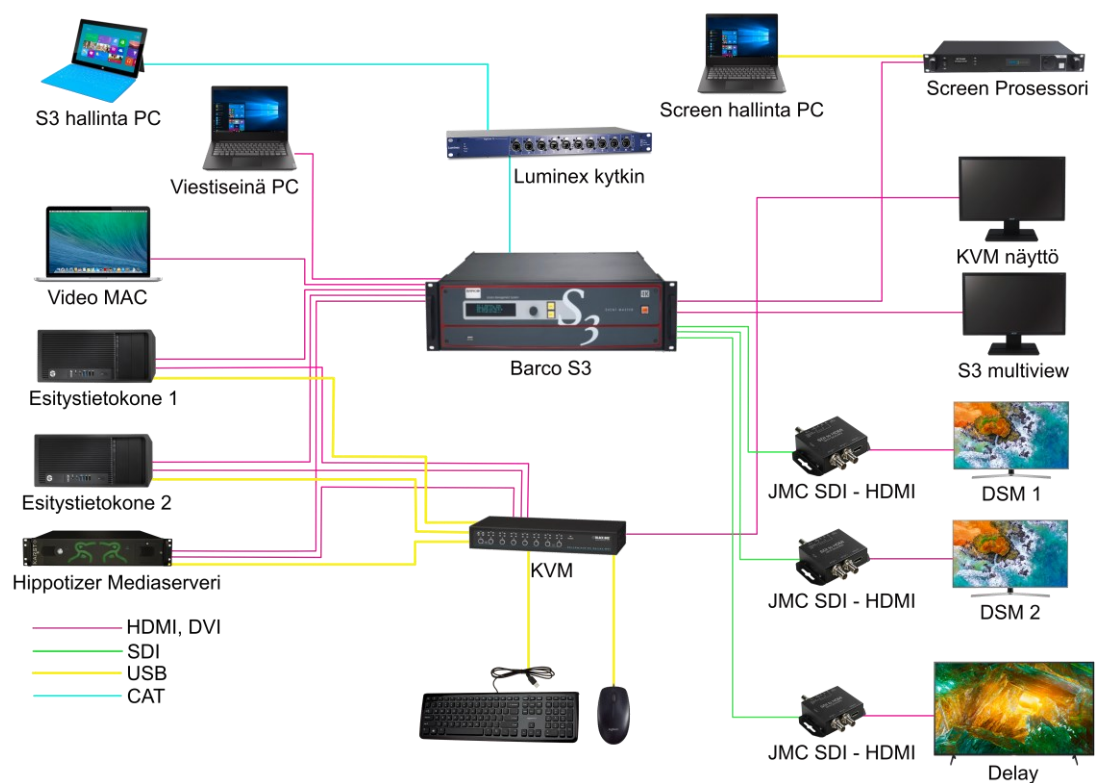


Kuvio 14. LED-screen, johon jätetty aukot lampuille. Jani Virmakoski

9.2 Järjestelmän rakenne

Videojärjestelmän aivoina toimi Barco Eventmaster S3. Siihen kytkin erillisillä DisplayPort kaapeleilla kaksi esityskonetta, joista toisella ajettiin varsinaiset esitykset, ja toisella välidiat. Lisäksi varsinaisesta esityskoneesta tuli DVI-HDMI kaapeli, jotta sain puhujanäytön ajettua puhujamonitoriin. Lisäksi liitin HDMI-kaapeleilla esitysläppäriin, jossa pyöri viestiseinä, sekä video MacBook Pron, joka oli varattu videoille. Green Hippo Karst+ mediaserveristä tuli DVI-HDMI kaapeli S3:seen. Mediaserverillä ajettiin screenin taustavideo. Mediaserverin määrittelin suoraan Background eli tausta sisääntuloksi, näin ei mennyt S3 kuva layereitä siihen. Esityskoneissa käytettiin PowerPointia, Video Macissa Qlabia, Viestiseinälle selainta ja mediaserverissä luonnollisesti Green Hippo Hippotizer v4:sta.

Uloslähdöt määrittelin seuraavasti: 1 HDMI lähtö meni suoraan LED-prosessorille, joka oli tällä kertaa Novastar MCTRL 660, 1 SDI lähtö viivenäytölle, ja lisäksi 2 SDI lähtöä puhujamonitoreille. Kaikkien kolmen SDI linjan toisessa päässä oli JMC:n SDI-HDMI muunnin, josta HDMI näyttöihin. Lisäksi Multiview-näyttö esikatselua varten. Screen lähtöön laitoin kaksi layeriä, sekä määrittelin AOI:n eli Area Of Interestin, jolla määritellään minkä kokoinen kuva halutaan ulos, eli skaalasin sen screenille oikean kokoiseksi. Viivenäytölle laitoin myös kaksi layeriä. Siihen ei skaalausta tarvittu. Puhuja monitorit määrittelin AUX-lähdöiksi, jolloin niihin voi tehdä vain suoria leikkauksia, mutta ei mene S3:n layeriä.



Kuvio 15. Järjestelmän periaatekuva

Hippoon oli kytketty AKAI:n APC-midiohjain, jota käytin illalla bändin tausta visuaalien ohjaukseen. Esitysten ohjaukseen käytettiin DSAN Perfect Cue -klikkereitä, joilla voi mennä eteen ja taaksepäin esitystä. Molemmat esityskoneet sekä mediaserveri oli kytketty lisäksi Black Boxin KVM-kytkimeen, jolloin sain kaikkien kolmen koneen hallinnan yhdelle näytölle, hiirelle ja näppäimistölle ja pystyin vaihtamaan niiden välillä. Barco S3:n

hallintaan oli kosketusnäyttöinen tablettitietokone. Kaikki laitteet oli kytketty lisäksi Luminexin verkkokytkimeen ajatuksena, että materiaalin siirto olisi mahdollisimman nopeaa ja tehokasta eikä tarvitse mennä USB-tikulla koneelta toiselle.

Video ääneen varauduttiin kahdella Interspace DI-boksilla, toinen oli kytketty toiseen esityskoneeseen, jolla ajettiin esitykset, ja toinen video MacBook Prohon siltä varalta, jos on videoita. Tällä kertaa kaikki videot oli upotettu esityksiin, eikä niiden toistaminen ollut ongelma tehokkaan esityskoneen kanssa. Jos esityskoneena olisi ollut läppäri, tai esityksissä olisi ollut linkitettyinä esimerkiksi YouTubessa sijaitseva video, olisin siirtänyt videot video Macille. Se lisää toki kuvateknikolle yhden lisävaiheen ja tehtävän, mutta siten voidaan varmistaa videoiden toistuminen silloin kun tarvitaan, eikä olla riippuvaisia Internetin toiminnasta tai kannettavan esityskoneen tehosta.



Kuvio 16. Kuvateknikon työpiste. Jani Virmakoski

10 Yhteenveto

Koska ajatus oli avata kuvatekniikkaa tapahtumissa mahdollisimman kokemattomille ihmisille ja hyvin pintaraapaisuna, käsittelemättä jätettiin mm. pixel- ja videomapit, erikoisemmat LED-screenit sekä tarkemmin mm. videosignaalit. Myöskään tiedoston hallintaa eikä tietoverkkoja käyty läpi tässä työssä, koska ne eivät kuulu kuvatekniikan perusteisiin, vaikka etenkin nykyään ovatkin olennainen osa videojärjestelmiä ja niiden hallintaa.

Tällä hetkellä uusia, entistä tarkempia resoluutioita tulee muutaman vuoden välein. Suurempi resoluutio tarkoittaa myös suurempaa määrää dataa siirrettäväksi, joka puolestaan tarkoittaa uusia versioita nykyisistä kuvansiirtotekniikoista, mutta myös uusia tuotteita. Onkin mielenkiintoista seurata, miten käytettävät resoluutiot ja tekniikat kehittyvät tulevina vuosina ja miten ne vaikuttavat työhön. Myös tulevaisuudessa mahdollisesti (toivottavasti ei silti) yllättävät epidemiat ja muut mullistukset, ja niiden vaikutus työhön (kuten Covid-19 teki keväällä 2020, ensin keskeyttäen kaikki tapahtumat, ajaen alas koko tapahtuma alan lähes yhdessä yössä, ja siitä seuranneen striimi tapahtumien kasvun vaikutus kuvateknikoiden (etenkin striimaajien) kysyntään.) Kuvateknikon työn muuttuessa nopeasti, tuli selväksi kuinka tärkeää on olla valmis kehittämään itseään, joustamaan ja oppimaan uutta.

Työn vahvuus on sen looginen järjestys sekä laajuus, työssä käsitellään laajasti kuvatekniikan perusteita, joten on mahdollista saada perustiedot ja käsitteet helposti yhdestä paikasta, ja niihin on helppo palata myöhemmin, jos tarpeen. Myös selkeät periaatekuvat auttavat hahmottamaan erilaisia järjestelmiä, ja ymmärtämään videojärjestelmän rakennetta, vaikka ovatkin tarkoituksella yksinkertaistettuja. Työn heikkous ainakin joissakin tilanteissa on se, että on käsitelty asioita tarkoituksella aika nopeasti, yksinkertaisesti ja pintapuolisesti, eli joku voi haluta lisää tai tarkempaa tietoa kyseisestä aiheesta tai laitteesta. Onneksi nykyään on helppo hakea lisää tietoa, etenkin kun on aiheesta jonkinlainen käsitys.

Oma osaaminen kehittyi, etenkin järjestelmä- ja periaatekuvien piirron suhteen, mutta toki myös muuten. Vaikea määritellä minkä verran kehitystä on tapahtunut, lisää tietoa tuli etenkin eri standardeista. Pääsin myös pohtimaan kuvateknikon eri tehtäviä, ja kehittämään niille ymmärrettävät kuvaukset.

Lähteet

Aleksandersen, David 2018. What is SDI? Dataton News & Views. <https://newsandviews.dataton.com/what-is-sdi> (Luettu 20.12.2020).

Audinate 2021. Dante AV. <https://www.audinate.com/products/manufacturers-products/dante-av-video> (Luettu 10.05.2021).

Digital Cinema Initiatives LLC 2020. About Digital Cinema Initiatives. <http://www.dcinovies.com> (Luettu 29.04.2021).

Digital Content Protection 2008. HDCP Deciphered White Paper. https://www.digital-cp.com/sites/default/files/resources/HDCP_deciphered_070808.pdf (Luettu 20.12.2020).

Digital Display Working Group 1999. Digital Visual Interface DVI. Internet Archive. https://web.archive.org/web/20120813201146/http://www.ddwg.org/lib/dvi_10.pdf (Luettu 16.12.2020).

Extron 2009. Understanding EDID. <https://www.extron.com/article/uedid> (Luettu 04.04.2021).

HDBaseT Alliance 2021. What is HDBT?. <https://hdbaset.org/what-is-hdbaset/> (Luettu 21.02.2021).

HDMI Licensing Administrator 2020. HDMI Cable overview. <https://www.hdmi.org/resource/cables> (Luettu 16.12.2020).

Newtek, 2021. About NDI. <https://ndi.tv/about-ndi/> (Luettu 10.05.2021).

Sheldon 2013. Fiber Optic Transmission Multiplexing Techniques. FS Community. <https://community.fs.com/blog/fiber-optic-transmission-multiplexing-technique.html> (Luettu 9.6.2021)

SDVoE Alliance 2021. SDVoE Specifications. <https://sdvoe.org/technology/specifications/> (Luettu 10.05.2021).

Vesa 2020. DisplayPort FAQ. <https://www.displayport.org/faq/#tab-displayport-2-0-standard> (Luettu 16.12.2020).