

Aku-Elias Korhonen

# Järjestelmäkameroiden mahdollisuudet videotuotannoissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

22.4.2014

Tekijä Otsikko	Aku-Elias Korhonen Järjestelmäkameroiden mahdollisuudet videotuotannoissa
Sivumäärä Aika	42 sivua 22.4.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Digitaalinen media
Ohjaajat	Yliopettaja Erkki Rämö Ohjaaja Pasi Räihä
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää järjestelmäkameroiden suorituskykyä videotuotannoissa ja sitä, miten järjestelmäkamerat kilpailevat videokameroiden kanssa. Tavoitteena oli tutkia työskentelyä järjestelmäkameroilla ja selvittää, mitä asioita tulee ottaa huomioon, jotta voitaisiin saavuttaa ammattimaiset tulokset. Projektissa tutkittiin järjestelmäkameroiden kanssa käytettäviä lisälaitteita, asetuksia ja niiden tuomia etuja videokuvaukseen.</p> <p>Asiakkaalle tuotettiin video sen videotuotantoprosessista. Videon tarkoitus oli esitellä mainostoimiston toimintaa ja tehokkuuta videotuotannoissa. Asiakas halusi esitellä itsensä nopeana, tehokkaana ja varmana videotuottajana. Videon tavoitteena oli esittää mainostoimiston toimintoja myyntiä edistävinä. Projektissa seurattiin tiiviisti tuotantoryhmän toimintaa esituotannosta tuotannon kautta jälkituotantoon. Asiakas oli todella tyytyväinen tuotettuun videoon, ja se on ottanut videon osaksi mainostoimiston videotuotantojen myyntiä.</p> <p>Järjestelmäkamerat soveltuvat hyvin osaksi videotuotantoa melkein kaikkiin käyttötarkoituksiin, mutta niiden rajoitteet pitää ottaa huomioon, ennen kuin kalustoa käytetään tuotannossa. Järjestelmäkamerat ovat tarpeeksi edullisia, mutta silti laadukkaita, jotta niitä voitaisiin hyödyntää niin isoissa kuin pienissäkin tuotannoissa. Järjestelmäkameroiden ympärille voidaan rakentaa suuria kuvauskokonaisuuksia.</p>	
Avainsanat	järjestelmäkamera, videotuotanto, videokuvaukset

Author Title Number of Pages Date	Aku-Elias Korhonen The possibilities of digital single lense reflex cameras in video productions 42 pages 22 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructors	Principal lecturer Erkki Rämö Director Pasi Räihä
<p>The purpose of this bachelor thesis is to explore the possibilities of the digital single lense reflex cameras in video productions and to further understand how these cameras compete against regular video cameras. The objective of the bachelor thesis is to study video producing with DSLR cameras and to sort out the technical perspectives which allow these cameras to produce professional quality video. The study will cover mainly DSLR cameras, additional equipment and camera settings.</p> <p>A case video was produced to the client as the project of this bachelor thesis. The main purpose of the film is to show case video production know-how and effectiveness. The goal of the film is to demonstrate the client's video production process as a promotional feature. The film follows the production team closely from preproduction to postproduction. The client was very pleased with the end product.</p> <p>The DSLR cameras are suitable for almost any kind of situation in video productions. However there are some weaknesses that must be paid attention to before shooting any material with DSLRs. Compared to traditional video cameras DSLR cameras are cheaper, usually smaller but with additional equipment the rigs built around DSLR cameras can be rather large in size also.</p>	
Keywords	DSLR, video production,

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Videon tuotantovaiheet	2
3	Järjestelmäkamera	4
3.1	Runko	4
3.2	Objektiivit	9
3.3	Muistikortit	12
3.4	Videotiedosto	13
3.5	Asetukset	14
3.6	Kuvan valotus	17
4	Järjestelmäkameroiden lisälaitteet	19
4.1	Stabilointi	19
4.2	Valaistus	23
4.3	Äänitys	25
4.4	Monitorointi	27
5	Videokuvan virheet	30
5.1	Pikselivirheet	30
5.2	Moiré	31
5.3	Valojen vilkkuminen	32
5.4	Kohina	33
5.5	Vääristyminen	35
6	Yhteenveto	36
	Lähteet	38

## 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on tutkia järjestelmäkameran mahdollisuuksia videotuotannossa. Työssä keskitytään tarkemmin järjestelmäkameralla kuvaamiseen, kameratekniikkaan ja lisälaitteiden mahdollistamaan ammattimaiseen lopputulokseen sekä vertaillaan järjestelmäkameroiden ominaisuuksia toisiin järjestelmäkameroihin ja videokameroihin. Työssä käsitellään mainostoimiston videotuotantoprosessia ja yhtä videoprojektia, joka sisältää kaksi videota, sisäisen strategiavideon ja dokumentaarisen videon strategiavideon teosta. Dokumenttivideo tuotetaan insinööriyönä. Järjestelmäkameran käyttöä, ominaisuuksia ja ilmiöitä tutkitaan dokumenttiprojektissa esiin tulevien asioiden ja käytettyjen tekniikoiden pohjalta.

Dokumenttivideo tuotetaan mainostoimisto Skandaalille, jonka tavoitteena on esitellä omaa osaamistaan videotuottajana uusille ja mahdollisille asiakkaille dokumentaarisen videon avulla. Dokumentissa seurataan strategiavideon syntyä ideasta valmiiseen lopputuotteeseen. Asiakas haluaa painottaa tuotannoissaan idean tärkeyttä, ja asiakkaalle oli myös hyvin tärkeää esitellä osaamistaan videotuotannoissa, mikä näkyy vahvasti videolla ja on myös keskeinen osa sen ideaa. Asiakas kokee, että video myyntiä edistävänä mediana on hyvin tärkeä osa myyntityötä.

Tuotettavaa videota varten kuvataan paljon videomateriaalia tuotantoprosessista erilaisissa ympäristöissä. Videossa yhdistyy itse kuvattu videomateriaali, ja strategiavideota hyödynnetään myös dokumentin tukena. Kuvatun materiaalin tueksi tuotetaan myös infografiikkaa selventämään prosessin erivaiheita. Äänimaailmalla ja etenkin musiikilla on tärkeä rooli videossa, sillä tuotantoprosessi halutaan esittää vauhdikkaana. Videon on tarkoitus olla mahdollisimman lyhyt, mutta kuitenkin informatiivinen ja myyvä. Videon on tarkoitus myös näyttää tyylikkäältä ja ammattimaisesti tuotetulta järjestelmäkameratuotannolta.

## 2 Videon tuotantovaiheet

Ensimmäinen vaihe videon tuottamisessa on videon idean luonti, ja se on mielestäni koko tuotannon tärkein vaihe, sillä tuotettava video tarvitsee syyn olemassaololleen. Videon pitää palvella jotain tarkoitusta. Esimerkiksi mainoselokuvissa videon tarkoitus on nostaa tietoisuutta tuotteesta ja tehdä siitä houkuttelevampi kuluttajan silmissä. Ilman selkeää ideaa videoon on vaikeampi saada tartuntapintaa, minkä seurauksena katselija ei ymmärrä videon sanomaa. Koko projekti alkaa palaverilla, joka aloittaa ideointiprosessin, jonka tuloksena asiakkaalle esitellään muutama ehdotus lopullisesta videosta.

Dokumenttivideon idea tuli mainostoimistolta, ja asian visualisointiin annettiin vapaat kädet. Joihinkin asioihin, kuten kuvakulmiin, mietittiin tiimin kesken parhaita vaihtoehtoja. Sisällölle asetettiin kuitenkin muutama vaatimus. Videon tulisi olla moderni, mahdollisimman lyhyt, myyvä ja sen tulisi kuvata mainostoimiston videon tekoa ideasta jälkituotantoon. Kun asiakas on tehnyt valintansa tuotannon suhteen, voidaan aloittaa seuraavat esituotantovaiheet.

Tuotantosuunnitelma sisältää kaikki tuotannon kannalta tärkeät tiedot tuotannosta. Suunnitelmassa selvitetään kuvauspaikat, kuvauskalusto, kuvauslista, kuvauksiin tarvittavat henkilöt, budjetti ja käsikirjoitukset. Tuotantosuunnitelma toimii myynnin välineenä ja apuna kuvauksissa. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon, että lopulliseen versioon tulee mahdollisia muutoksia. Budjetti voi ylittyä, kuvakäsikirjoitusta voidaan muuttaa vielä kuvaushetkellä tai kohtaukset eivät toimikaan syystä tai toisesta. Muutoksiin pitää osata valmistautua jo suunnitteluvaiheessa.

Muutokset tulivat ilmi myös tämän dokumenttivideon tuotannossa esimerkiksi intron variaatioina, sillä ensimmäisessä versiossa ei vielä ollut kahta eri introvaihtoehtoa, vaan jälkimmäinen syntyi vasta myöhemmin tuotannon aikana. Tuotannon aikana syntynyt intron idea otettiin käyttöön. Siitä tehtiin myöhemmin vielä toinen versio. Kuitenkaan uudempi versio ei tällä kertaa ollut niin hyvä kuin aiempi versio. Isoin ongelma tuotantosuunnitelmassa oli se, että kukaan ei oikeastaan tiennyt kuvauspaikkaa kunolla. Tiedettiin, että kyseessä olisi varikkoalueella sijaitseva hallirakennus. Tämän takia tuotantosuunnitelmaan ei voitu tarkasti määritellä, mistä kuvataan vaan lähinnä minkälaisia kuvia olisi ehkä tavallisessa täysin mielikuvituksellisessa hallissa mahdollis-

ta kuvata. Halli oli lähellä mielikuvitusversiota ja soveltui lopulta todella hyvin omiin tarpeisiin. Esimerkiksi timelapse tilt-shift -videota kuvaava kamera tulisi asettaa yhtä kerrosta ylemmälle tasolle, jotta videon kannalta tärkeä kuvakulma toteutuisi. Vasta kuvauspaikalla varmistui, että kameran pystyi asettamaan ylemmälle tasolle kuvaamaan kuvausryhmää. Mielestäni paikka ei olisi voinut olla parempi.

Toisena suurena kokonaisuutena videotuotannossa on tuotantovaihe. Tuotantovaihe voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan, kuvauspaikan valmisteluun ja kuvauksiin. Kuvausvaiheessa voidaan vielä vaikuttaa videon lopputulokseen tekemällä muutoksia käsikirjoituksiin. Yleensä mahdolliset muutokset on otettu huomioon jo käsikirjoitusvaiheessa ylimääräisenä osiina, mutta ei ole harvinaista, että esimerkiksi kuvakäsikirjoitukseen lisätään kuvia vielä kesken kuvausten. Parhaat ideat saattavat syntyä vasta kuvauspaikalla, ja ne voivat tulla yllättäviltäkin tahoilta, jopa tuotantoryhmän ulkopuolelta. Tällaista materiaalia kutsutaan yleisesti b-rollin materiaaliksi.

Viimeisenä vaiheena videon tuottamisessa on jälkituotanto, jossa kuvatut otokset käydään läpi, leikataan ja editoidaan. Jälkituotannon voi jakaa useampaan osaan, esimerkiksi leikkaukseen, sommitteluun ja äänisuunnitteluun. Jälkituotanto on idean jälkeen tärkein tuotantovaihe, koska leikkaamalla luodaan idean tarina ja editoimalla luodaan tunnelma ja tyyli esimerkiksi värimäärityksellä ja efekteillä. Musiikin ja äänimaailman luonti vaikuttaa suuresti lopputulokseen. Jälkituotannon aikana voidaan vielä kuvata tarvittaessa otoksia vahvistamaan tarinan kulkua.

Dokumenttivideo jälkituotettiin Adoben CS6 After Effects-, Premiere- ja Audition-ohjelmilla. Jokainen ohjelma on suunniteltu yhtä osa-aluetta varten jälkituotannossa. Esimerkiksi Premiere on ensisijaisesti tarkoitettu leikkausta varten ja After Effects taas sommittelua ja efektejä varten. Periaatteessa Premierellä voi toteuttaa samoja asioita kuin After Effectsillä, mutta itse en näe mitään syytä olla käyttämättä Premiereä ja After Effectsiä yhdessä hyödyntäen molempien vahvuuksia. Molemmilla ohjelmilla pystyy myös käsittelemään äänitiedostoja, Premierellä ehkä vähän sujuvammin kuin After Effectsillä. Värimääritys toteutettiin After Effectsillä, ja jokainen kuva kävi läpi samanlaisen prosessin, jossa nostettiin lattean kuvan kontrastia ja säädettiin värit kohdalleen. Osassa kuvatusta materiaalista oli havaittavissa häiritsevää pientä tärinää, joka stabiiloitiin ennen kohinan poistoa ja terävoittamista.

Osa dokumenttivideon äänimaailmasta tuotiin suoraan Premiereen. Tällaisia ääniä olivat introssa käytetyt ääniefektit. Videon musiikki tuotiin Auditionin kautta Premiereen, sillä käytettyyn taustamusiikkiin piti lisätä pituutta neljä tahtia, jotta kappale säilyttäisi alkuperäisen tunnelman ja ennen kaikkea häivytyisi videon kanssa yhtä aikaa ilman, että kappale loppuu yhtäkkiä. Auditionilla käsiteltiin kappaleen häivytykset ja kontrolloitiin äänenvoimakkuutta. Kappaleen alkua piti suodattaa hieman alipäästösuotimella, jolla luotiin kontrastia intron ja kertosäkeen välille.

### 3 Järjestelmäkamera

#### 3.1 Runko

Nykypäivänä järjestelmäkamerat ovat osaksi syrjäyttäneet tavallisia videokameroita kompaktin kokonsa ja kasvavien ominaisuuksiensa vuoksi. Video-ominaisuus on jo ihan halvimmissakin kuluttajajärjestelmäkameroissa ja useimmat pystyvät jopa 1080p-videotallennukseen. Useimmilla videota tallentavilla kameroilla voidaan saada aikaiseksi hyvälaatuista videota, mutta etenkin vanhempien tai halvempien kameroiden kanssa toimittaessa suurimmaksi huolenaiheeksi nousee valon tarve, jota voidaan korjata esimerkiksi valovoimaisella objektiivilla ja kamera-asetuksilla. Asiakkaalle tehdyissä videoissa käytettiin kolmea eri Canonin kamerarunkoa: 550D, 7D ja 5D Mark 2, jotka esitellään kuvassa 1.



Kuva 1. Projektissa käytetyt Canon-kamerarungot [1].

Näistä rungoista 550D edustaa halpaa kuluttajaluokkaa, kun taas 7D ja 5D Mark 2 edustavat puoliammattilaisrunkoja. 550D ja 7D olivat käytössä dokumentin teossa ja 5D Mark 2 strategiavideon teossa. Kameroiden käyttötarkoitukset määräytyivät niiden ominaisuuksien perusteella niin, että 550D:tä hyödynnettiin timelapse-kuvissa, koska



kameralla ei olisi objektiivista riippumatta saanut aikaan niin hyvää kuvaa kuin 7D:llä sai. Canonin 550D ja 7D vastaavat ominaisuuksiltaan melkein toisiaan. Ne käyttävät samaa kennokokoa ja ovat kuva- ja videokäytössä samankaltaisia. 7D eroaa kuitenkin 550D:stä kamerarungon rakenteen osalta, sillä 7D:n runko kestää paremmin kosteutta ja se myös istuu paremmin käteen kuin pienempi 550D. 7D:een runkoon sopivat EF-objektiivit, kun taas 550D tukee myös EF-S-objektiiveja. [2.]

Seuraava suuri muutos videoiden teossa tulee ehdottomasti olemaan peilittömien järjestelmäkameroiden yleistyminen videotuotannoissa. Tätä uutta sukupolvea edustaa esimerkiksi Blackmagic Pocket Cinema Camera. Kamera ei ulkoisesti eroa tavallisesta pokkarikamerasta edes kooltaan, mutta eroavaisuudet tulevat ilmi sen ominaisuuksissa, jotka on räätälöity videokuvausta varten. Blackmagicin internetsivuilla on mielestäni kuvattu hyvin alan kehityksen suuntaa seuraavasti: suuret kamerat eivät koskaan voi olla pieniä, mutta pienet kamerat voivat olla suuria. Lauseella viitataan järjestelmäkameroiden ympärille rakennettaviin laitteistokokonaisuuksiin, jotka voivat olla hyvin suuria vaikka käytössä olisi pieni kamerarunko. [3.]

Mielenkiintoisena kehityksenä järjestelmäkameratuotannoissa voidaan pitää Canon-järjestelmäkameroille suunnattua Magic Lantern -ohjelmaa ja sen jatkuvaa kehitystyötä. Magic Lantern on kolmannen osapuolen lisäohjelma, joka päivittää kamerasuunnittelun ominaisuuksia ja käytettävyyttä uudelle tasolle. Ohjelmisto ei ole päivitys vanhaan Canonin tarjoamaan käyttöjärjestelmään, vaan erillinen ohjelma, jota suoritetaan kamerasuunnittelukortilla. Ohjelma tekee kamerasta ainakin omasta mielestäni helpomman käyttää, sillä kaikki tarvittavat säädöt löytyvät yhden napin alta. Tämä helpottaa ainakin Canonin 550D:n kanssa työskennellessä, koska siinä ei ole 7D:n ja 5D:n tavoin näyttöä rungon päällä, josta asetukset voisi tarkistaa nopeasti. Dokumenttivideossa hyödynnettiin Magic Lanternia timelapse-kuvissa Canonin 550D:n kanssa. Ilman Magic Lantern -ohjelman intervalliominaisuutta Canonin järjestelmäkameroilla ei voi kuvata intervallina, vaan siihen tarvitaan erillinen ulkoinen intervalometri, joka hoitaa kuvien otot tietyn ajan välein. Intervalli mahdollistaa kuvien ottamisen niin tiheään, kuin kamera vain pystyy niitä ottamaan ja animillään 480 minuutin välein.

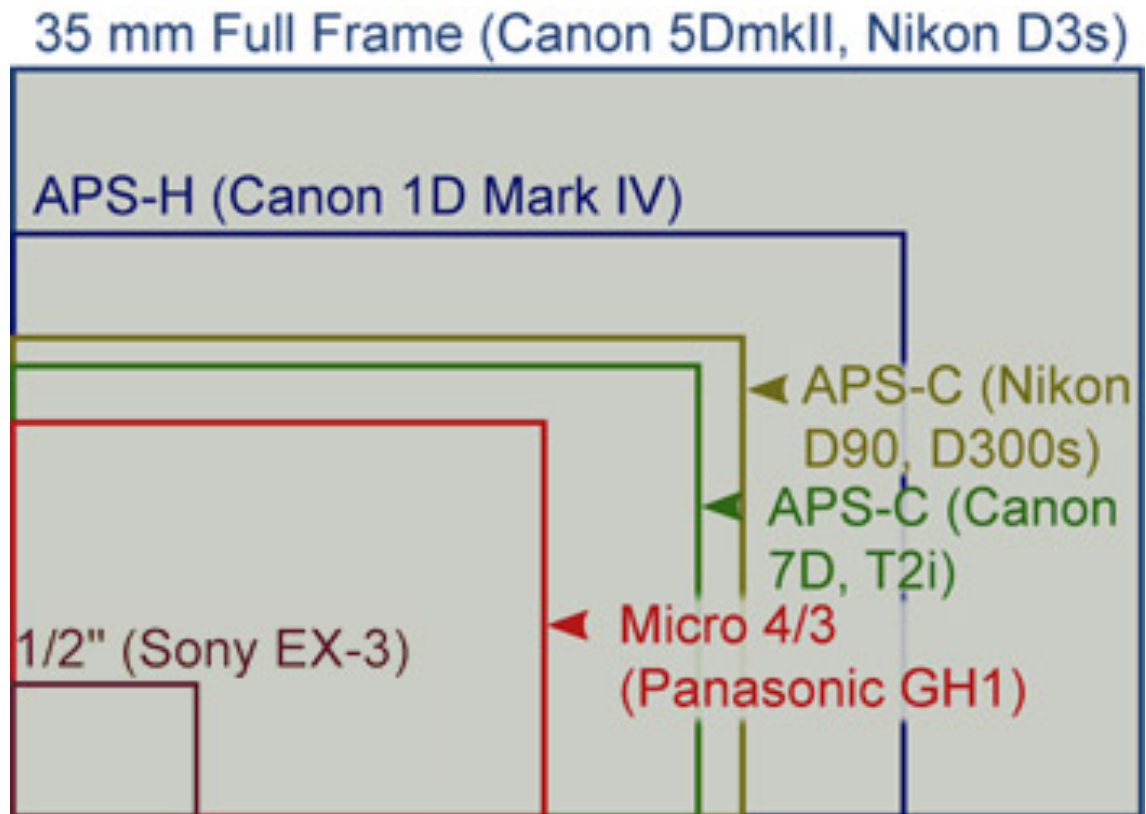
Jotta digitaalikamera voisi tuottaa kuvia, se tarvitsee komponentin, joka reagoi valoon. Tällainen komponentti on fotodiodi tai tutummin kamerassa kenno. Kenno on valoherkkä komponentti, jonka tehtävänä on mitata valon määrää ja muuttaa se varaukseksi. Pikselin varaus muunnetaan edelleen numeeriseksi arvoksi A/D-piirillä, jotta sitä voi-

daan käsitellä digitaalisesti. Pikselin koko voi kameramallista riippuen vaihdella, ja se vaikuttaa suoraan kennon tuottaman kohinan havaittavuuteen, sillä isommalla pikselillä on pienempään verrattuna suurempi pinta-ala, johon valo kohdistuu [4]. Kennotyyppejä on kaksi, CCD ja CMOS. CCD-kennoja käytetään videokameroissa ja CMOS-kennoja järjestelmäkameroissa sekä pienemmissä laitteissa, kuten puhelimissa. CMOS-kennojen eri versiot voidaan esittää kuvan 2 mukaisesti.

Tuotannossa käytetyt Canonin kamerat hyödyntävät CMOS-kennoja kolmessa eri kokoluokassa. Canonin 550D:n kenno on resoluutioltaan 5184 \* 3456 pikseliä, 7D:n 5360 \* 3515 ja 5D Mark 2:n 5634 \* 3753. Vaikka 550D- ja 7D-kennojen pikselimäärät eroavat, ne ovat samankokoisia fyysisiltä mitoiltaan. Molempien kennot ovat mitoiltaan 14,9 \* 22,3 mm, ja ne ovat muiltakin ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaiset. Molemmat kennot ovat malliltaan APS-C:tä vaikka niiden pikselimäärät eroavat hieman. 550D:n ja 7D:n kennot eroavat suuresti 5D Mark 2:n kennosta, joka on 24 \* 36 mm ja resoluutioltaan 5634 \* 3753 pikseliä. Tämän kokoluokan kennoja kutsutaan 35 mm:n Full Frame -kennoiksi.

Kennon koko vaikuttaa kuva-alan kokoon. Mitä suurempi kenno, sitä enemmän kuvaan mahtuu. Tämä pitää ottaa huomioon työskenneltäessä pienempien kuin 35 mm:n Full Frame -kennoisten kameroiden kanssa, sillä kennon koko vaikuttaa olennaisesti objektiivin toimintaan. Saman polttovälin objektiivi rajautuu eri lailla kennokoon mukaan. Mitä pienempi kenno, sitä rajatumpi kuva on. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvattaessa esimerkiksi 50 mm:n objektiivilla ja pienemmällä kennolla koettu polttoväli on paljon suurempi. Sama asia voidaan esittää matemaattisesti siten, että asetetaan kennon koolle rajauskerroin, joka vastaa koettua polttoväliä.

Kaikkia muita kennoja verrataan 35 mm:n Full Frame -kennoon, ja siksi rajauskerroin tälle kennolle on 1 kuten kuvassa 2 on esitetty. Tuotannossa käytetyissä kameroissa rajauskerroimet 550D:lle ja 7D:lle on 1,6. [5.] Tämä vaikuttaa tuotannossa käytettyyn 7D:n 28 mm:n objektiiviin seuraavasti:  $28 \text{ mm} * 1,6 = 44,8 \text{ mm}$  ja 550D:n 18 mm:n objektiiviin seuraavasti:  $18 \text{ mm} * 1,6 = 28,8 \text{ mm}$ . Vaikka rajauskerroin rajoittaa huomattavasti lyhyen polttovälin objektiivien käyttöä pienemmillä kennoilla, voi siitä kuitenkin olla hyötyä pidemmällä polttoväleillä pidentämään koettua polttoväliä.



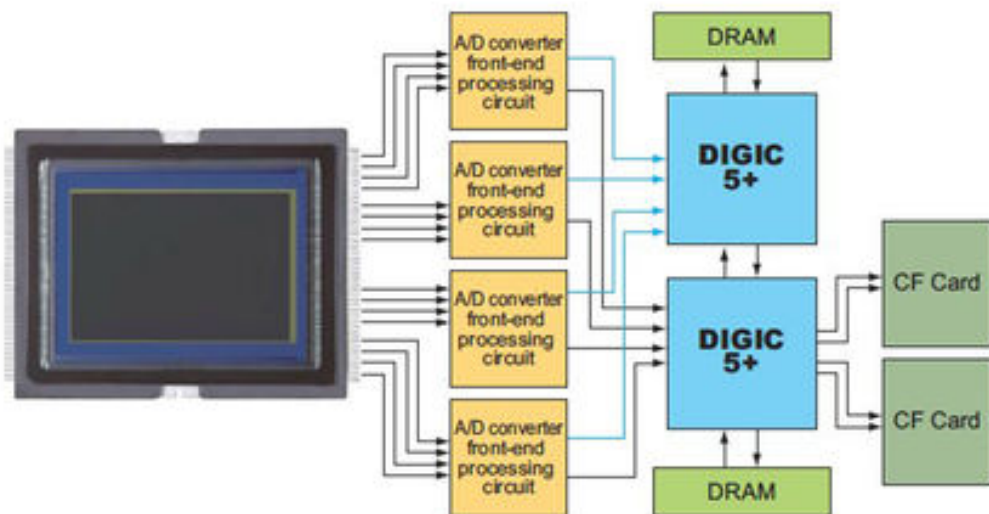
Kuva 2. Kamerakennojen eri kokoluokat [4].

Kaikki käytössä olevat kamerat pystyvät silti kuvaamaan vain 1080p-videoita ilman kolmannen osapuolen Magic Lantern -ohjelmaa, jolla 7D ja 5D Mark 2 on saatu onnistuneesti kuvattua 2,5 K -resoluutiolla. Pitää kuitenkin muistaa, että yhtäkään näistä kameroista ei ole suunniteltu hyödyntämään yli 1080p-videoasetuksia, mikä tarkoittaa pakostakin kameran ylikuumentumista kuvattaessa isommalla resoluutiolla, sillä kaikki kolme Canonia kuumenevat jo ihan tarpeeksi 1080p-videota kuvattaessa. Kuumentuminen tekee kohinasta voimakkaampaa ja saattaa viivästyttää kuvauksia, koska kameran pitää jäähtyä, jotta kuvauksia voidaan jatkaa. [1.]

Digitaalinen järjestelmäkamera ei tuota kuvia pelkästään kennon avulla vaan se tarvitsee suoritinpiirin laskutehtäviä varten. Prosessori mahdollistaa järjestelmäkameran ominaisuudet, kuten esimerkiksi kuvan ja videon pakkaamisen ja tietyn kuvienottotiheyden. Suoritin voi myös vaikuttaa kuvan laatuun, sillä kuvia tai videota tallennettaessa prosessorin tehtävänä on prosessoida tiedostot ja tallentaa ne muistiin. Nopea suoritin, esimerkiksi DIG!C 5+, vaikuttaa myös kamerarungon rajapintoihin ja niiden toimintaan esimerkiksi mahdollistamalla HDMI-ulostulon 1080p-resoluutiolla. Videota kuvattaessa prosessorin nopeus vaikuttaa myös moirén havaittavuuden vähenemiseen. [4.]

Jos prosessori ei ole tarpeeksi nopea, se ei ehdi prosessoida kaikkea materiaalia, jolloin ajan säästämiseksi kuvamateriaalin laatua heikennetään prosesseja keventämällä. Prosessorin kuormaa voidaan myös säädellä välimuistilla. [6.] Canon hyödyntää DIG!C-kuvaprosessoria järjestelmäkameroissaan. Tästä kuvaprosessorista on olemassa useampia versioita, ja tällä hetkellä uusin prosessorimalli on DIG!C 5+.

Vanhempia vielä laajalti käytettyjä malleja ovat DIG!C 4 ja DIG!C 5 ja niiden tuplaversiot. Näiden prosessoreiden välillä on suuriakin nopeuseroja, sillä DIG!C 5 on jo noin kuusi kertaa nopeampi kuin DIG!C 4. DIG!C 5+ on kolme kertaa nopeampi kuin edeltäjänsä. Eroa DIG!C 4:n ja 5+:n välillä on noin 17-kertainen nopeus. Eniten laskentakapasiteettia on tällä hetkellä 1D X -lippulaivamallissa, joka hyödyntää tupla-DIG!C 5+ -prosessoria kuvaoperaatioissa, kuten kuvassa 3 on esitetty, ja yhtä DIG!C 4 -prosessoria tarkennuksen apuna. 5D Mark 2 ja 550D käyttävät DIG!C 4 -prosessoria ja 7D tupla-DIG!C 4 -prosessoria. [4.]



Kuva 3. Canon 1D X -järjestelmäkameran elektronisten osien suhteet [4].

### 3.2 Objektiivit

Objektiivin tarkoituksena on vahvistaa kennolle tuleva valo, mikä mahdollistaa nopean valotuksen. Objektiivi sisältää linssiryhmän, sulkimen ja todella monta liikkuvaa osaa linssien siirtelyyn ja aukon koon säätämiseen. Kuvassa 4 poikkileikatusta objektiivista voi erottaa selvästi eri linssiryhmät ja hienomekaaniset osat. Linssiryhmällä toteutetaan haluttu polttoväli, ja sulkimella määritellään aukon koko eli se, kuinka paljon valoa päästetään kennolle. Eri kameravalmistajat käyttävät eri kiinnitystä objektiivin ja kamerarungon välillä, esimerkiksi Canon käyttää EF- ja EF-S-kiinnitystä, Nikon käyttää F-kiinnitystä. Eri kiinnitystyyppit eivät ole keskenään yhteensopivia ilman erillistä sovitinta.



Kuva 4. Poikkileikattu Leica Tri-Elmar-M 28-35-50 mm -objektiivi [7].

Kuvassa 5 on esitetty adapteri, jota hyödynnettiin dokumentin kuvauksessa. Sovittimia on saatavilla manuaalisia ja elektronisia. Manuaaliset adapterit ovat yleisempiä. Manuaalisella adapterilla objektiivia ei voida ohjata kamerasta käsin, vaan kaikki asetukset, kuten aukon koon määrittäminen, on tehtävä manuaalisesti. Elektronisilla adaptereilla kamerarungolla voidaan vaikuttaa objektiivin asetuksiin ilman, että objektiiviin tarvitsee koskea.

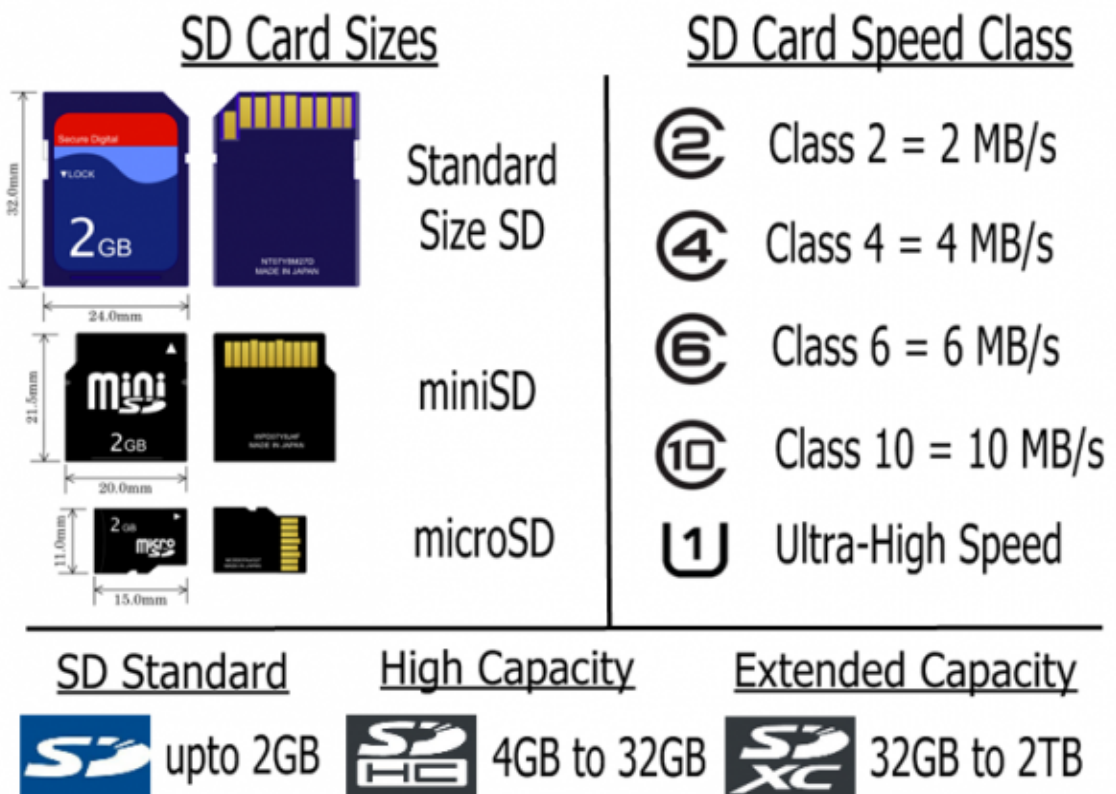


Kuva 5. Adapteri, joka yhdistää Pentax K -objektiivin ja Canon EF -rungon [8].

Objektiivit voidaan jakaa kahteen ryhmään: kiinteän polttovälin objektiivit ja zoom-objektiivit. Kiinteän välin objektiivit ovat nimensä mukaan yhden polttovälin objektiiveja, kun taas zoom-objektiiveilla polttoväliä voidaan muuttaa. Molemmat objektiivityypit soveltuvat videoiden kuvaamiseen, kuitenkin sillä erolla, että zoom-objektiivit soveltuvat paremmin dokumenttien tai uutisten kuvaamiseen muuntautumiskykynsä ansiosta, kun taas kiinteän polttovälin objektiiveja käytetään enemmän esimerkiksi elokuvissa ja mainoksissa. [9, s .42–43.]

### 3.3 Muistikortit

Videokuvaus vaatii muistikortilta enemmän tilaa ja nopeutta kuin tavallinen valokuvaus. Siksi on suositeltavaa käyttää mahdollisimman nopeaa muistikorttia, jotta videokuvaus onnistuisi. Tällä hetkellä on käytössä kahta eri muistikorttityyppiä, SD ja CF, joista uudemmaa standardia edustaa SD. Korttien suurimpina eroina ovat on koko ja nopeus. SD-kortit ovat pienempiä ja ainakin tällä hetkellä vielä hieman hitaampia kuin CF-kortit. SD-muistikortin nopeudet voidaan määritellä neljään luokkaan: luokka 2, luokka 4, luokka 6 ja luokka 10. Yleisemmät SD-korttimallit ovat tällä hetkellä SDHC ja SDXC. Korttimallit on luokiteltu kuvassa 6. Canonin järjestelmäkamerat vaativat muistikortin, jonka siirto ja lukunopeus on vähintään 8 Mbit/s, tai luokan 6 SD-kortin. Jos käytetään hitaampaa muistikorttia, videokuvaus saattaa keskeytyä ylikuormittuneen puskurin takia. [10, s. 247.]



Kuva 6. SD-muistikorttien nopeusluokat, koot ja mallit [11].

Kuvattaessa enintään 1080p-videota 24–30 kuvaa sekunnissa muistikortin ominaisuuksilta ei vaadita ihmeitä vaan minimisuositukset omaava kortti riittää. Mitä nopeammin videota kuvataan, sitä nopeampi ja suurempi muisti tarvitaan. Muistikorttien



nopeus korostuu vielä entisetään kuvattaessa 4K-videota, jossa jo 24 kuvaa sekunnissa vaatii kortilta paljon. Esimerkiksi Canon ilmoittaa 1D-C-kameralleen minimisiirtonopeudeksi 4K-videolle 100 Mbit/s kuvattaessa 24 kuvaa sekunnissa. [12; 13.]

### 3.4 Videotiedosto

Videotiedostot koostuvat kontainerista ja formaatista, jotka määrittelevät tiedostonmuodon ja pakkaustavan. Videotiedosto voidaan pakata häviöttömästi tai häviöllisesti. Häviötön pakkaus tuottaa isomman tiedostokoon, mutta sen ehdottomana etuna on se, että videosta ei poisteta mitään kuten häviöllisesti pakattaessa. Järjestelmäkamerat käyttävät videoiden tallentamiseen pakattuja tiedostoja ja järjestelmäkameravalmistajasta riippuen videot tallennetaan eri muotoisina; esimerkiksi Canon käyttää MOV-formaattia ja H.264-pakkausta. [14.]

Toisin kuin videokameroilla, järjestelmäkameroilla ei voi tallentaa RAW-formaatissa videota ainakaan ilman erillistä ohjelmaa. RAW-formaatti on käsittelemätöntä ja pakkaamatonta tietoa suoraan kennolta. Raakaformaatin käyttö edellyttää suurta ja nopeaa muistikorttia, sillä videota ei käsitellä millään tavalla, joka pienentäisi tiedostokokoa ennen tallentamista. RAW-formaatin etuna on 14-bittiset värit, kun tavallisesti värit ovat rajoittuneet 8 bittiin.

Canon-järjestelmäkamerat, esimerkiksi 550D ja 5D MK3, on mahdollista saada tallentamaan raakaformaatin videota Magic Lantern -ohjelmalla. Kuvassa 7 vertaillaan Canon 5D Mark3:n tallentamaa RAW-videota ja tavallista pakattua videota keskenään. Erona pakattuun videoon RAW-formaatti tallentaa värit luonnollisempina ja kohinan havaittavuus on huomattavasti alhaisempi verrattuna pakattuun videoon. Magic Lantern -ohjelmiston mahdollistama RAW-tallennus tuo hyvän lisän järjestelmäkameroille, mutta ainakaan tällä hetkellä se ei vielä mahdollista 1080p-tallennusta kaikille yhteensopiville kameroille. Esimerkiksi 550D pystyy tallentamaan enimmillään vaan 960 \* 540 -resoluutiolla videota. Lisäksi Magic Lantern RAW-tallennus on vielä tällä hetkellä epävakaa ja saattaa vahingoittaa kameraa.



Kuva 7. Canon 5D MK3-videotiedostojen vertailu [15].

RAW-formaatti tuo videoon lisää dynamiikkaa ja antaa paremman pohjan jälkituotannolle, mutta sen työstäminen vaatii enemmän aikaa kuin tavallisen pakatun videon kanssa työskentely, mikä pitää ottaa huomioon ennen kuvausten aloittamista ainakin, jos video tuotetaan asiakkaalle. Vakaammat päivitykset tulevat takaamaan parasta videolaatua, mitä järjestelmäkameroilla voidaan tuottaa. [15; 16.]

### 3.5 Asetukset

Järjestelmäkamera voidaan asettaa kuvaamaan eri tilanteissa ja erilaisilla tyyleillä. Asetukset voidaan asettaa automaattisesti tai manuaalisesti. Ammattimaisessa video-

kuvauksessa asetukset säädetään manuaalisesti, jotta esimerkiksi haluttu ISO-arvo säilyy koskemattomana koko kohtauksen ajan ja ulkoiset elementit kuten päivänvalo eivät siihen pääse vaikuttamaan. Manuaaliset asetukset auttavat myös otosten uudelleen luontia, koska tiedetään kameran asetukset tarkalleen. Tietyillä asetuksilla voidaan parantaa järjestelmäkameran ottamaa videokuvaa ja mahdollistaa paras mahdollinen tulos jälkikäsittelyn kannalta.

Videon resoluutio puoliammattilaisjärjestelmäkameroissa on yleisesti 640 \* 480–1920 \* 1080 pikseliä ja ammattilaisjärjestelmäkameroissa 4K. Ammattilaisjärjestelmäkameroita edustavat muun muassa Canon 1Dx, Nikon 3Ds ja RED Scarlet-X. Yleisesti järjestelmäkameroilla voidaan kuvata videota 24–60 kuvaa sekunnissa. Tuotannossa käytetyt kamerat kykenevät enimmillään 1080p-resoluutioon vaihtelevalla nopeudella. Erona kameroiden video-ominaisuuksissa on se, että 550D ja 7D molemmat pystyvät resoluutiolla 720p kuvaamaan 50 kuvaa sekunnissa, kun taas 5D Mark 2 kuvaa 24–30 kuvaa sekunnissa.

550D:n ja 7D:n etuna on se, että niillä voidaan tuottaa lieviä hidastuksia. Tavallisempien kameroiden yhtenä heikkoutena on videokuvauksen nopeus ainakin, jos halutaan tuottaa todella hitaita kohtauksia. Jos järjestelmäkameralla halutaan tuottaa hidastuksia, pitää ne luoda joko jälkituotannossa interpoloimalla tai kuvakoon huomattavalla pienennyksellä. Nopeimpiin järjestelmäkameroihin kuuluu Casio EX-F1, joka pystyy maksimissaan kuvaamaan videota 1200 kuvaa sekunnissa, mutta resoluutio on silloin 336 \* 96. Verrattuna esimerkiksi Phantom Flex -kameraan, joka kuvaa vielä 1080p resoluutiolla 2570 kuvaa ja maksimissaan 10750-kuvaa sekunnissa 480p resoluutiolla on Casio teknisesti hyvä saavutus, mutta täysin käyttökelvoton ammattikäytössä. [17.] Suurin osa tuotannosta kuvattiin täydellä 1080p-resoluutiolla. Resoluutioon voidaan vaikuttaa ainakin Canon-kameroissa Magic Lantern -ohjelmalla, jolla ainakin 7D on onnistuneesti tallentanut 2,5K-formaatissa ja 5D Mark 2 on saatu kuvaamaan jopa 4K-formaatissa, jota esimerkiksi Blackmagic Cinema Camera EF tallentaa [18]. Järjestelmäkamerat kilpailevat jossain määrin jo isompien kameroiden kanssa. [9, s. 24–25.]

Valkotasapaino määrittelee järjestelmäkameran kuvaaman materiaalin valon sävyn, joka ilmoitetaan kelvinyksikössä. Asteikon ääripäät ovat sininen 1500 K (kuuma) ja punainen 15000 K (kylmä). Ei ole olemassa jokaiseen tilanteeseen sopivaa yhtä ainutta valkotasapainoasetusta, sillä kuvattava otos voi olla tyyliltään esimerkiksi lämmin, jolloin valkotasapaino asetetaan hieman punertavaksi. Valkotasapainon voi asettaa au-

tomaattisesti tai manuaalisesti. Manuaalisesti valkotasapaino asetetaan kelvinasteita muuttamalla silmämääräisesti vastaamaan haluttua valkotasapainoa. Valkotasapaino voidaan asettaa automaattisesti esimerkiksi valkoisen paperin avulla, jolloin kameran automatiikka määrittelee oikean valkotasapainon kuvalle. [19.]

Kuvaprofiililla määritellään kuvan dynaaminen alue. Kuvaprofiilissa voidaan vaikuttaa kuvan tarkkuuteen, kontrastiin, värikylläisyyteen ja värisävyyn. Kuvattaessa kuvan tulisi olla mahdollisimman lattea, jotta saavutettaisiin kuvaan mahdollisimman laaja dynaaminen alue eli mikään kohta kuvasta ei pala puhki tai jää alivalotetuksi. Latteissa profiileissa kontrasti pyritään pitämään mahdollisimman matalana, värit neutraaleina ja kyläisyys matalana.

Profiilia voidaan muuttaa kamerasta manuaalisesti tai voidaan käyttää valmista profiilia. Profiileita voidaan myös ladata koneelta kameraan, esimerkiksi Canon-järjestelmäkameroihin on saatavilla Technicolorin lattea Cinestyle-profiili. Kuvassa 8 on esitetty kolme eri videokuvaukseen suunniteltua profiilia, joista Cinestyle on lattein ja Marvel taas syvin. Lattean kuvaprofiilin käyttöetuna on yksityiskohtien säilyvyys kuvassa ja neutraalin valkotasapainon säilyminen. [20.] Mielestäni kuvamateriaalin tulisi olla mahdollisimman neutraalia koko kuvauksen ajan, jotta jälkikäsittely olisi mahdollisimman helppoa ja vaivatonta, sillä kuvan tyyliä on helpompi määritellä jälkeempäin neutraalin kuvan pohjalta.



Kuva 8. Eri kuvaprofiileita latteasta syvään [21].

### 3.6 Kuvan valotus

ISO-arvo määrittelee kennon tai minkä tahansa valoherkän pinnan valoherkkyyttä eli ominaisuutta, jolla mitataan pinnan kykyä absorboida valoa. Lukuina tämä tarkoittaa sitä, että pieni luku, esimerkiksi 100, on vähiten valoherkkä, kun taas 12800 on todella valoherkkä. Mitä isompi luku, sitä herkempi pinta on valolle. Järjestelmäkameroissa kennon valoherkkyyttä voidaan yleensä säätää välillä 100–12800. Järjestelmäkameran kenno tuottaa herkästi kohinaa, ja yksi syy kohinan havaittavuuteen on liian korkea ISO-arvo. Siksi pitäisikin kuvata mahdollisimman alhaisella ISO-arvolla, ja jos halutaan minimoida kohinan havaittavuus videokuvassa, olisi suositeltavaa käyttää natiivi-ISO-arvoja. Tarkemmin natiivi-ISO-arvoista ja niiden vaikutuksesta kohinan havaittavuuteen kerrotaan luvussa 10.4. Toisaalta ISO-arvon laskeminen lisää tarvittavan valon määrää. [22; 23.]

Dokumenttivideon kohtausten satunnaisuuden vuoksi käytetyt ISO-arvot muissa kuin itse tuotannon kuvauksissa piti pitää välillä 200–800, ja joissakin tilanteissa esimerkiksi tuotannon suunnittelu -kohtauksissa valon määrä oli vähäinen, joten kuvissa on havaittavissa selvää kohinaa. Lisävalon ottaminen osaksi järjestelmää olisi ollut suotavaa, jotta kohinan havaittavuuden määrä olisi pysynyt mahdollisimman alhaisena.

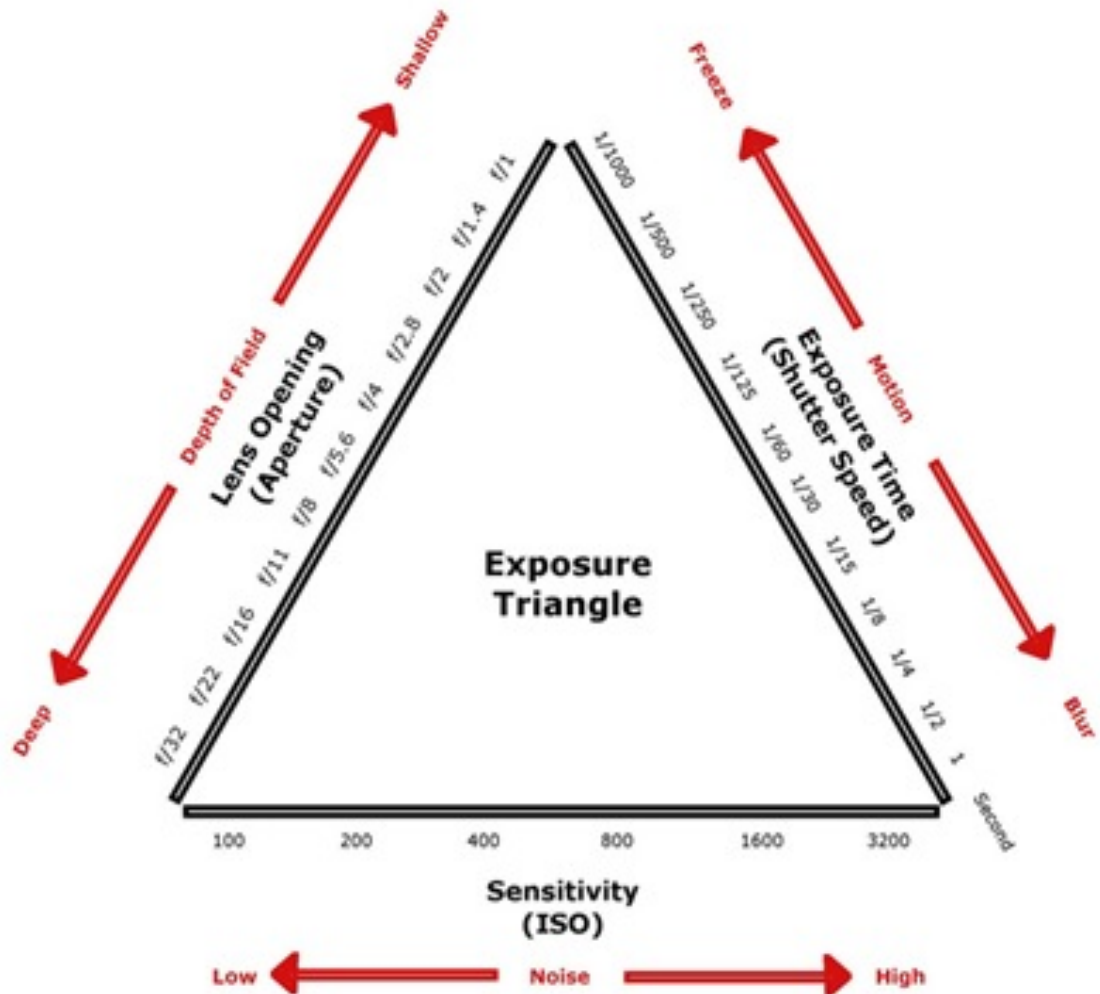
Tuotanto-osuudet kuvattiin ISO-arvolla 400, sillä kuvauspaikalla oli hiukan hämärää, joten kameralle asetettiin hieman korkeampi valoherkkyys. Tuotannon kuvaus oli helppoin valaistuksen kannalta, sillä strategiavideoon käytetyt valot valaisivat hyvin myös ympäristöä. Lopputuloksena kuvauspaikalla vallitsi tasainen valaistus, joka helpotti kuvausta siten, että kameran asetuksia ei tarvinnut pahemmin muuttaa koko kuvauksen aikana.

Valon määrää kennolle voidaan hallita muutenkin kuin valoherkkyttä muuttamalla. Toisin kuin kuvia otettaessa kamera ei käytä mekaanista suljinta vaan elektronista, joka säätelee kennoa päälle ja pois päältä. Valotusaika määrittelee, kuinka pitkään valoherkkä pinta altistetaan valolle, ja se määrittää kuvan kirkkauden ja liiketerävyyden. Pidempi valotusaika mahdollistaa pehmeämmän liikkeen ja kirkkaamman kuvan, kun taas lyhyempi mahdollistaa terävämmän liikkeen, mutta kuva tarvitsee enemmän valoa.

Valotusaikaa voidaan mitata sekunneissa ja yleensä kameroissa valotusaika esitetään sekunnin murto-osina, esimerkiksi 1/48 sekuntia. Järjestelmäkameran valotusaika vaihtelee videoinnissa välillä 1/24–1/1000 sekuntia. [9, s. 15–16; 23.] Dokumentti kuvattiin valotusajalla 1/48, jotta kuvaan saadaan hieman pehmeyttä kuvattaessa 24 kuvaa sekunnissa ja sitä ei tarvinnut muuttaa koko tuotannon aikana.

Viimeisenä asiana, joka vaikuttaa suuresti kennolle ohjattuun valon määrään, on objektiivin aukon koko. Aukon koko voidaan kuvata f-arvolla, joka määrittelee, kuinka suuri aukko on ja kuinka paljon valoa kenno saa. Aukon koko ei pelkästään määrittele kennolle ohjatun valon määrää vaan myös syvyysterävyyttä. Mitä pienempi f-arvo on, sitä suurempi aukko on, ja mitä suurempi f-arvo on, sitä pienempi aukko on. Syvyysterävyyteen f-arvo vaikuttaa niin, että pienemmät arvot luovat matalan syvyysterävyyden ja suuret f-arvot luovat taas todella syvän terävyydenalueen.

Kuvan valottumista voidaan tarkastella ja suunnitella kuvan 9 kolmion avulla. Kolmio on hyvä havainnollistava esimerkki, josta käyvät ilmi valotukseen vaikuttavat kennon herkkyys eli ISO, valotusaika ja aukon koko. Kolmion kaikkia kärkiä ei voi saavuttaa ilman, että jostain toisesta kärjestä luovutaan. [9, s.16.] Molemmissa videoissa hyödynnettiin matalaa syvyysterävyyttä. Dokumenttividiossa matalampi terävyydenalue erotettiin kohteita paremmin taustasta. Strategiavidiossa syvyysterävyydenalue oli minimissään, jotta pienoismaailmasta saataisiin poimittua yksityiskohtia vieläkin tehokkaammin.



Kuva 9. ISO-arvon, valotusajan ja aukon koon välillä on suhde, joka vaikuttaa kuvan ominaisuuksiin [24].

## 4 Järjestelmäkameroiden lisälaitteet

### 4.1 Stabilointi

Ilman kunnollista tukea videokuvaaminen voi olla haastavaa ainakin tilanteissa, jotka vaativat kameralta vakaata liikettä. Kuvan vakaus on tärkeää esimerkiksi makrokuvauksessa, jossa pienikin liike näkyy todella selvästi. Tukirankenteita ja järjestelmiä on olemassa moneen käyttötarkoitukseen isoista järjestelmistä pieniin tukijalkoihin. Projektin videoissa hyödynnetään kalustoa laidasta laitaan.

Strategiavideossa käytetty Canon 550D oli koko kuvauksien ajan kiinni kevyessä kolmijalassa, koska kamera ottaa timelapse-kuvaa. Onnistuakseen timelapse-kuvat pitää ottaa vakaalta alustalta, ettei kuvaan synny satunnaisia heilahduksia. Kolmijalan keveys mahdollistaa hyvän liikkuvuuden kuvauspaikalla tilanteissa, joissa kameraa pitää liikuttaa ja kuvaa sommitella uudestaan. Dokumentin pääkamera stabiloitiin yksijalkaisella ja Gorillapod-kolmijalalla.

Yksijalka mahdollistaa eläväiset kuvat, sillä sitä ei ole lukittu tiettyyn asetukseen vaan sillä voi vaivattomasti kuvata tilanteessa kuin tilanteessa. Ainoa ongelma yksijalan käytössä on kuvaajan kehonliikkeet, jotka välittyvät kameralle todella herkästi. Esimerkiksi käsien värinä hankalassa asennossa näkyy kamerassa välittömästi. Tämän takia dokumentin tekoon olisi ollut hyvä saada kevyt kuvanvakainjärjestelmä. Yksinkertaisimmillaan kuvanvakain voi olla kahva, joka on kiinnitetty kameraan, ja koko järjestelmää tasapainottaa kameran painoinen vastapaino, kun taas isoimmillaan koko järjestelmä on kiinnitetty yläkropan peittäviin valjaisiin, joita kuvaaja kannattelee yllään. Kuvan 10 vakain edustaa isompaa vakainjärjestelmää, johon on saatavilla työskentelyä helpottavat valjaat. Isompien järjestelmien etuna on niiden vakaus ja liikkumismahdollisuudet.





Kuva 10. Glidecam HD-4000 -vakainjärjestelmä [25].

Järjestelmällä saadaan poistettua kuvista pienet tärinät todella hyvin, sillä kameran liikuttamisesta tulee vaivattomampaa ja sulavaliikkeisempää. Esimerkiksi kamera-ajot on helpompi toteuttaa vakainta hyödyntäen, sillä ilman tukea askeleet välittyvät käsien kautta kameraan aiheuttaen pientä tärinää. Tietysti kuvaa pystytään stabiloimaan jälkituotannossa, mutta mielestäni asioiden korjaaminen paikan päällä on vaivattomampaa ja järkevämpää. Mitä vähemmän jälkituotantoon jää korjattavaa, sen parempi. [26.]

JOBY Gorillapod -tuotteet tunnetaan siitä, että ne voidaan kiinnittää vaikeisiin kohteisiin taivuteltavien jalkojensa ansiosta. Dokumentin alussa hyödynnettiin Joby GorillaPod SLR-Zoom -kolmijalkaa vakausjärjestelmän tavoin, kuten kuvassa 11 on esitetty. Pienistä tärinöistä päästiin helposti eroon ja toimiminen pienoismallikaupassa onnistui hyvin.



Kuva 11. Joby GorillaPod Focus -kolmijalka taiteltuna vakainjärjetelmäksi [27].

Kolmijalkoja hyödynnettiin myös strategiavideon teossa raskaan kaluston lisäksi. Järein yksittäinen vakain oli kurki, joka oli varattu loppukohtaukseen, jossa kamera nousee suoraan pienoismallimaailman päällä. Kurki on toimintaperiaatteeltaan yksinkertainen. Koko järjestelmää tuetaan tukevalla kolmijalalla, jonka päällä on tasapainotettu puomi. Puomin toiseen päähän kiinnitetään kuvauskalusto ja toisen päähän lisätään vastaava määrä painoa, jotta puomi laitteineen pysyy tasapainossa.

Tasapainotus mahdollistaa raskaankin kaluston siirtelyn vakaasti ja vaivatta. Järjestelmäkameroiden keveys on eduksi järjestelmiä käytettäessä ihan jo tavaroiden liikuttamisen ja kokoamisen kannalta. Toisena järeänä järjestelmänä kuvauksissa käytettiin isoa dollya. Dolly mahdollistaa sulavat kamera-ajot sivuttaissuunnassa. Dolly koostuu vauhasta ja radasta, jolla sitä liikutetaan. Sekä kurjen että dollyn kanssa käytettiin vielä videokuvaukseen tarkoitettua kinopäätä, jolla saatiin aikaiseksi sulavat liikkeet kamerakulman muuttamiseen.

## 4.2 Valaistus

Ilman valaistusta on lähes mahdotonta saada aikaan virheetöntä videokuvaa. Valoja voidaan asettaa monella tavalla, ja valoja voidaan käyttää tuomaan jokin asia, esine tai esimerkiksi henkilö paremmin esille videolla. Oikealla valaistuksella voidaan myös ennalta ehkäistä kuvien virheitä, kuten väritasapainoa ja valon värinää. Nykyään halvemmat ratkaisut, kuten kuvan 12 LED-valaisimet, ovat tulleet ammattimaiseen käyttöön loisteputkien ja hehkulamppujen lisäksi. [28, s. 110.]



Kuva 12. Järjestelmäkamera, jonka kamerakenkään on kytketty LED-valopaneeli [29].

LED-valot ovat käyttäjäystävällisempiä ja taloudellisesti parempia kuin hehkulamput ja loisteputket, sillä LED-valaisimet eivät tuota yhtä paljon lämpöä sivutuotteena kuin muut valaisimet ja antavat paremman hyötysuhteen. Kuvattaessa pitäisi hyödyntää aina erillisiä valoja, sillä tavalliset lamput eivät välttämättä sovellu videokuvaukseen. Ongelmia voivat tuottaa valojen tehottomuus, väri ja välkkyminen, joka johtuu lomittumisesta.

Lomittumisesta ja sen korjauksesta kerrotaan lisää luvussa 5. Strategiavideon kuvauksissa hyödynnettiin kahdenlaista valaisinta, yhtä kuvan 13 mukaista Kinoflo-järjestelmää ja useampaa pientä Dedo-valaisinta. Isompaa Kinoflo-valaisinta käytettiin

henkilövalaistuksessa ja päävalona pienoismallin kuvauksissa sen mahdollistaman valon määrän vuoksi.



Kuva 13. Kino Flo -valaisin [30].

Valaisimien kanssa käytettiin ladonovia säätelemään valon määrää ja kattavaa aluetta. Ladonovet ovat valaisimeen asennettava lisäosa, jossa on kaksi tai useampi saranoitua läppää, joilla valon kulmaa voidaan säätää. Pienemmillä kuvan 14 mukaisilla Dedo-valaisimilla tuotiin esiin kuvasta yksityiskohtia, kuten rakennuksia ja henkilöitä. Kino Flo -valaisin on väritasapainotettu loisteputkivalaisin, jonka voimakkuutta ja suuntaa säädeltiin ladonovilla. Myös Dedo-valaisimien kanssa käytettiin ladonovia rajoittamaan valoa.



Kuva 14. Dedolight-valaisinjärjestelmä [31].

### 4.3 Äänitys

Järjestelmäkameroilla voidaan tallentaa ääntä videotallennuksen yhteydessä. Äänentasojen manuaalinen säätäminen ja monitorointi ei ole mahdollista ilman ohjelmistopäivitystä ja erillistä vahvistinta. Riippuen tilanteesta ja tarkoituksesta järjestelmäkameralla voidaan tallentaa käyttökelpoista ääntä. Esimerkiksi dokumenttielokuvaan ei olisi ollut välttämättä tarpeellista tai edes järkevää ottaa isoja laitteita. Useimmissa järjestelmäkameroissa on integroitu mikrofoni ja mahdollisuus liittää erillismikroni kamerarunkoon 3,5 mm:n jakkiliittimellä.

Integroidun mikrofonin käyttö ei ole kuitenkaan suositeltavaa missään tilanteessa, sillä mikrofoni on suunnattu suoraan kamerarungosta poispäin objektiivin osoittamaan suuntaan. Tämä vaikeuttaa häiritsevien äänilähteiden pois sulkemista esimerkiksi kohteen takaa. Integroidun mikrofonin heikkoutena on kiinteä suuntakuvio ja kameran äänien, kuten objektiivin liikkuvista osista johtuvien häiriöllisten äänten poiminta. Järkevämpää on käyttää erillismikrofoneja, jolloin kuvaajan on mahdollista käyttää eri suuntakuvioisia mikrofoneja, jotka eivät ole välittömässä kontaktissa kamerarungon kanssa.

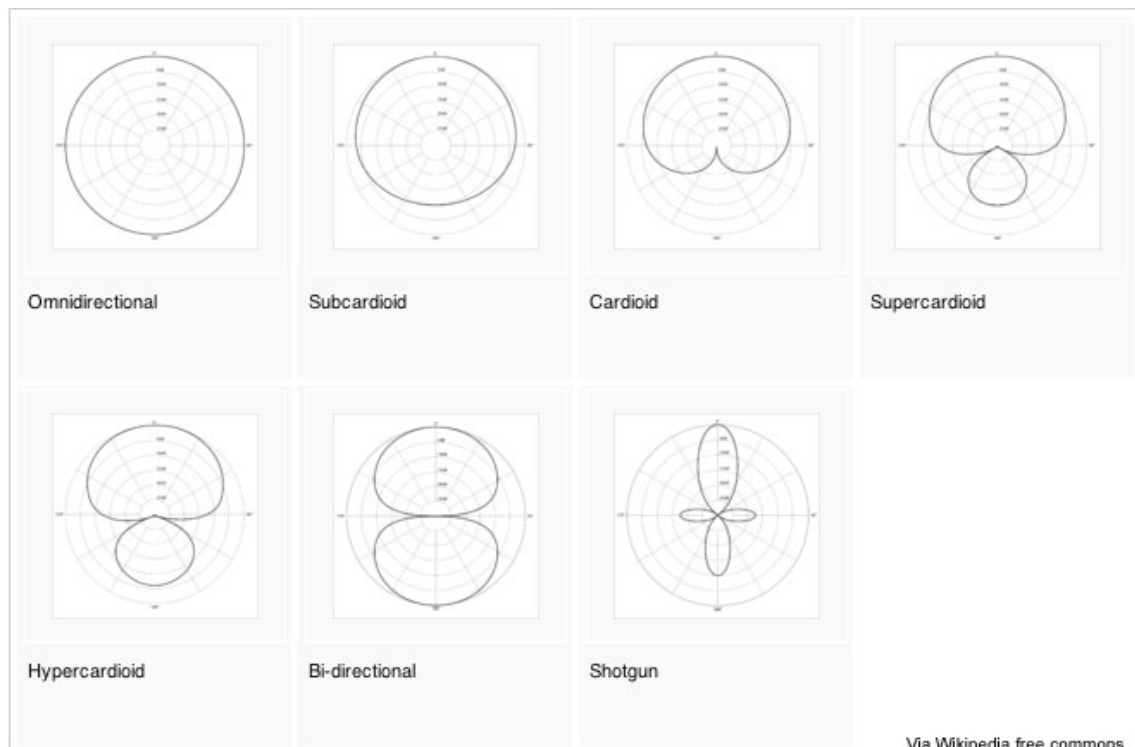
Vaikka mikrofoni kiinnitettäisiin kamerakenkään, se on yleensä eristetty omalla mikrofoni-kehällä, jonka tarkoituksena on absorboida mikrofoniin kohdistuva värinä. Ilman mikrofoni-kehää mikrofoni olisi alttiimpi pienemmillekin heilahduksille, jotka tallentuivat ääniraidalle. Kuvan 15 mikrofoni on kiinnitetty kamerakenkään mikrofoni-kehällä. Mikrofonin voidaan myös puomitaa, jolloin mikrofoniin suuntaa ja korkeutta voidaan säädellä helposti. Parhaan äänenlaadun takaamiseksi on suositeltavaa käyttää ulkoista äänentallennuslaitetta, jolloin ääntä pystytään monitoroimaan kuulokkeilla vaivatta. Juuri näin toimittiin myös strategiavideon kuvauksissa. Äänet tallennettiin erillisellä Zoom H4 -tallentimella ja puomitetulla mikrofoni-kehällä.



Kuva 15. Järjestelmäkameraan on kytketty RODE Videomic ja Zoom H4 -tallennin [32].

Mikrofonikuviolla tarkoitetaan mikrofoniin toiminta-alue, jolta mikrofoni poimii ympäristöstä ääntä esimerkiksi vain suoraan edestä. Mikrofonit voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden kuvioiden ominaisuuksien perusteella. Pallokuvioiset mikrofonit poimivat ääntä 360 asteen kulmassa, kardioidi kuvioiset mikrofonit poimivat vain yhdestä suunnasta ääntä ja kahdeksikko kuvioiset mikrofonit poimivat vastakkaisista suunnista tulevat äänet. Pallomikrofoneja käytetään yleisesti tiläänien tallentamiseen, koska äänet saadaan poimittua joka suunnasta, mikä luo tilantuntua. Kardioidimikrofonit ja kahdeksikkomikrofonit soveltuvat hyvin haastattelujen tallentamiseen, sillä turhat tiläänien ei-

vät tallennu niin herkästi. Kuvassa 16 ovat kuvattuna kaikki kolme ryhmää ja niiden muunnelmia. [9, s. 71–75; 33.]



Kuva 16. Mikrofonien suuntakuviot [34].

Mikrofoneja on kahta eri tyyppiä, kondensaattorimikrofoneja ja dynaamisia mikrofoneja. Mikrofonityypit eroavat rakenteellisesti ja käyttötarkoituksen osalta. Kondensaattorimikrofonin toiminta perustuu ilmanvärähtelyn aiheuttamaan kapasitanssin muutokseen, kun taas dynaamisen mikrofonin toiminta perustuu kelan liikehdintään magneettikentässä ilmanvärähtelyn mukaan. Kondensaattorimikrofonit ovat herkempiä, joten ne eivät sovellu tilanteisiin, joissa ääni on todella kovaa, esimerkiksi konsertit. Kondensaattorimikrofonit tarvitsevat toimiakseen herätevirran, kun taas dynaamiset mikrofonit toimivat ilman herätevirtaa. Kumpaakin tyyppiä hyödynnetään videokuvauksessa vähän tilanteista riippuen; esimerkiksi kuvan 15 RODE Videomic on haulikkokuviollinen kondensaattorimikrofoni, joka soveltuu hyvin kaikenlaisen äänen tallentamiseen. [33.]

#### 4.4 Monitorointi

Järjestelmäkameroita pystytään monitoroimaan videotaltioinnin aikana monelta näyttöltä, joko itse kamerarungosta tai sitten erillisestä näyttölaitteesta. Järjestelmäkameran

peili mahdollistaa kuvan näkemisen oikeinpäin etsimessä, sillä kuva piirtyy kameralle väärinpäin. Videota kuvattaessa järjestelmäkamera ei voi hyödyntää peiliä, sillä valoa pitää ohjata kennolle koko ajan, kun taas valokuvauksessa peili ohjaa valon etsimeen ja nousee kuvaa otettaessa objektiivin ja kennon väliltä pois valotuksen ajaksi. Järjestelmäkameroihin on saatavilla erillisetsin, joka asennetaan kameras näytön päälle. Kuvan 17 erillisetsin vakauttaa kameraa käytettäessä vapaalta kädeltä, kun kuvaaja voi tukea kameraa kasvojansa vasten. Se myös selventää kameras näytön kuvaa, koska näyttöön ei muodostu heijastuksia.



Kuva 17. Järjestelmäkamera, johon on kytketty Zacuto Z-finder -erillisetsin [35].

Järjestelmäkameran omalla pienellä nestekidenäytöllä pärjää yllättävän pitkälle, mutta etenkin tilanteissa, joissa kuvakulma edellyttää esimerkiksi lattian tai katon rajasta kuvaamista, kameras oma näyttö voi tuntua käyttökelvottomalta. Joissain järjestelmäkameramalleissa on otettu huomioon kamerarungon eri asennot: kuvassa 18 Canon 600D:n näytön pystyy kääntämään, mikä helpottaa monitorointia, mutta ei mielestäni silti korvaa erillistä isompaa näyttöä.





Kuva 18. Canon 600D, jossa on käännettävä näyttö [36].

Lisänäytöt auttavat monitoroinnissa, sillä näyttö voidaan tarvittaessa pitää erillään kamerasta, jolloin useampi henkilö voi monitoroida kamerakuva. Isompien järjestelmäkameran ympärille rakennettavien kuvausjärjestelmien kanssa lisänäyttö on pakollinen, sillä kameran oma näyttö saattaa peittyä. Lisänäytön käyttäminen mahdollistaa myös paremman työergonomian, sillä kameran kuvaa voi tarkastella paremmasta asennosta, kuten kuvassa 19. Lisänäyttönä voidaan käyttää melkein mitä tahansa irrallista näyttöä, johon saa rajapinnan kautta syötettyä videokuvaa. Järjestelmäkameroiden rajoitteiden vuoksi lisänäytölle syötetty videoresoluutio melkein kaikissa kameroissa on alempi kuin kuvattu resoluutio. Järjestelmäkamerat käyttävät HDMI-ulostuloa, joka rajoittaa lisänäytön ja kameran välimatkan yhdeksään metriin, kun taas SDI-kaapelilla etäisyydet ovat yhdeksänkymmenen metrin luokkaa.



Kuva 19. Kamerakenkään asennettava erillisnäyttö [37].

## 5 Videokuvan virheet

### 5.1 Pikselivirheet

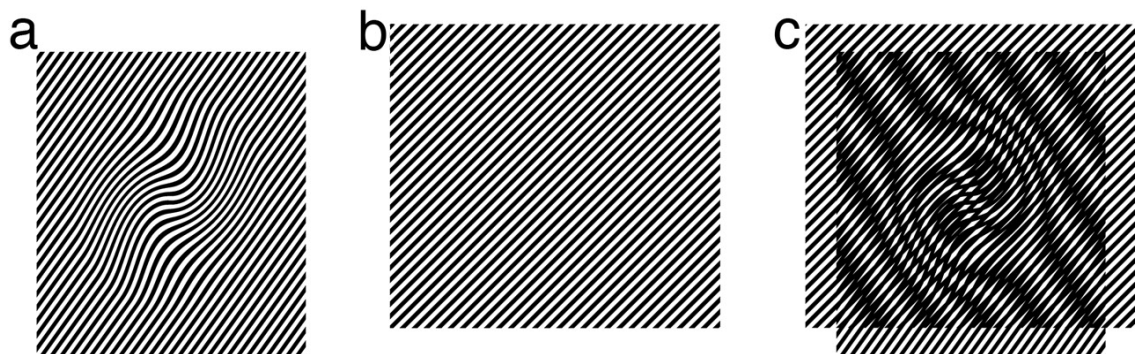
Ei ole harvinaista, että kennon valmistusvaiheessa kenno saattaa sisältää pikseleitä, jotka eivät toimi. Myytävissä kameroissa saa esiintyä muutamia toimimattomia pikseleitä. Valokuvauksessa muutama pikselivirhe ei välttämättä haittaa, sillä niitä ei todennäköisesti edes huomaa lopputuloksesta. Toisin on kuitenkin videokuvauksessa, jossa esimerkiksi kuolleet pikselit näkyvät todella herkästi liikkuvaa vaaleaa taustaa vasten. Yksi syy siihen on, että videota kuvattaessa kamera käyttää eri resoluutiota kuin valokuvattaessa. Pikselimatriisin koko pienentyä huomattavasti tehden pikselin koosta suuremman ja helposti havaittavan.

Kennon pikselivirheet voidaan jakaa kolmeen luokkaan: lukkiutuneisiin, kuolleisiin ja kuumiin pikseleihin. Lukkiutunut pikseli saa virtaa, joten se toimii sähköisesti, mutta se on vain lukkiutunut tiettyyn arvoon ja on siten nollattavissa. Lukkiutunut pikseli voi esiintyä minkä värisenä tahansa. Kuollut pikseli on pikseli, joka ei saa virtaa ja esiintyy ku-

vissa mustana pikselinä. Koska kuollut pikseli ei saa virtaa, sitä ei voida nollata vaan laite on lähetettävä huoltoon. Kuuma pikseli on pikseli, joka esiintyy kuvissa valkoisena pikselinä etenkin pitkällä valotusajoilla, jolloin kenno lämpenee huomattavasti. Lyhyillä valotuksilla niitä ei kuitenkaan havaita niin helposti. [9, s. 33; 38, 39.]

## 5.2 Moiré

Tietyt materiaalit aiheuttavat kuvatessa selkeitä virheitä kuvassa, joita ei välttämättä paljaalla silmällä erota. Siksi olisi jo kuvauksia suunniteltaessa otettava huomioon mahdollisesti virheitä aiheuttavat komponentit. Moiré-ilmiö aiheuttaa kuvaan geometrisiä kuvioita, jotka aiheutuvat kuvien laskostumisesta kuvan 20 esittelemällä tavalla. Laskostumisen yhteydessä usein havaitaan myös värien vääristymistä, joka johtuu RGB-kennon värien rekisteröintivirheestä. Virhe näyttää näytöllä siltä, että värikkomponentit toistuisivat peräkkäin, vaikka niiden pitäisi olla päällekkäin. Laskostuminen kamerassa johtuu yleensä kahden kuvioitun pinnan päällekkäisyydestä. [40.]



Kuva 20. Kaksi tiheää kuviota aiheuttavat moiré-ilmiön lomittuessaan [41].

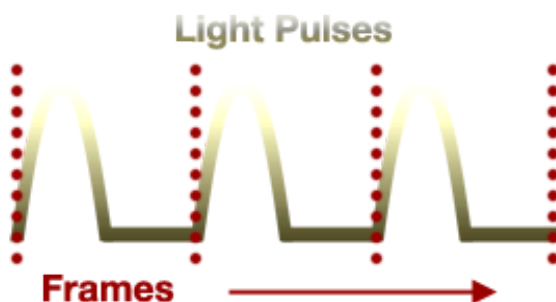
Esimerkiksi kamerakenno toimii tällaisena kuvioituna pintana, mikä tarkoittaa sitä, että moirén havaitsemiseen ei tarvita välttämättä tarvita kahta erillistä laskostuvaa kuviota. Riittää, että kuvattavan kohteen kuvio laskostuu kennon kanssa. Virhettä voidaan ennaltaehkäistä vähentämällä tarkkuutta kameran asetuksista. Tarkkuuden vähentäminen ei poista virhettä kaikissa tilanteissa. Parhaiten moiré poistuu kuvista laskemalla kameran resoluutiota. Resoluution laskeminen virheen korjauksessa korostaa isojen kennojen tärkeyttä videon kuvauksessa. Esimerkiksi jos kuvataan 1080p-resoluutiolla, joudutaan tyytymään 720p-resoluutioon virheen korjaamiseksi. Kuvattaessa esimerkiksi 4K-resoluutioista videota resoluution laskeminen ei vaikuta laatuun merkittävästi [9, s. 35–

36]. Dokumentissa havaittiin myös huomattava moiré-ilmiö etenkin kuvattavan henkilön hatussa, joka oli tiheästi ruutukuvioinen.

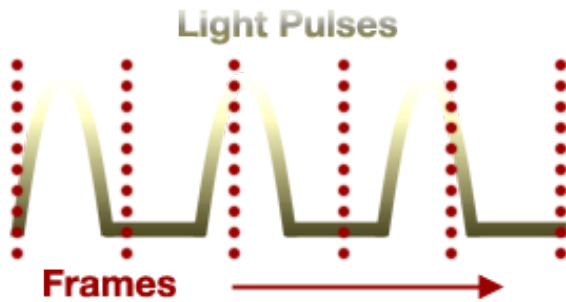
Etenkin kankaat, joissa on tiheä kuvio, voivat tuottaa moiré-ilmiön, joka huomataan vasta jälkituotannossa. Materiaalina esimerkiksi silkki voi tuottaa silmin nähtävän moiré-ilmiön. Moiré-ilmiö voidaan poistaa jälkituotannossa esimerkiksi mediaanisuotimella, joka pehmentää kuvaa ja siten poistaa kuvan pieniä virheitä.

### 5.3 Valojen vilkkuminen

Materiaalien tavoin kuvattavan kohteen valaistus voi aiheuttaa vaikeasti korjattavaa värinää videokuvaan. Virhe johtuu valon ja kameran taajuuksien lomittumisesta, joka esiintyy esimerkiksi valon vilkkumisena. Ihmissilmä ei erota välttämättä valon värähtelytaajuutta kaikista valonlähteistä, mutta kamera havaitsee sen todella selvästi ja se voidaan esittää yksinkertaisesti, kuten kuvassa 22. Virhettä voidaan korjata laskemalla kameran kuvataajuutta. Esimerkiksi jos havaitaan valojen vilkkumista kuvattaessa 48 kuvaa sekunnissa, voidaan virhe korjata puolittamalla kuvien taajuus 24 kuvaan sekunnissa, jolloin valon välähdykset jäävät kuvien väliin, kuten kuvassa 21. Jos taajuus ei ole täsmälleen sama kameran ja valon välillä voi kuvatussa materiaalissa esiintyä vielä harvempaa vilkkumista. Parhaiten valon aiheuttamista virheistä päästään eroon videokuvaukseen suunnitelluilla valoilla, joissa valon taajuus ei häiritse videokuvattaessa. Kuvattavat kohteet olisi syytä siis valaista aina erillisvaloilla, sillä suurin osa valaistuksesta on toteutettu videokuvaukseen sopimattomilla valoilla. [42.]



Kuva 21. Videolla ei näy välkyntää [42].

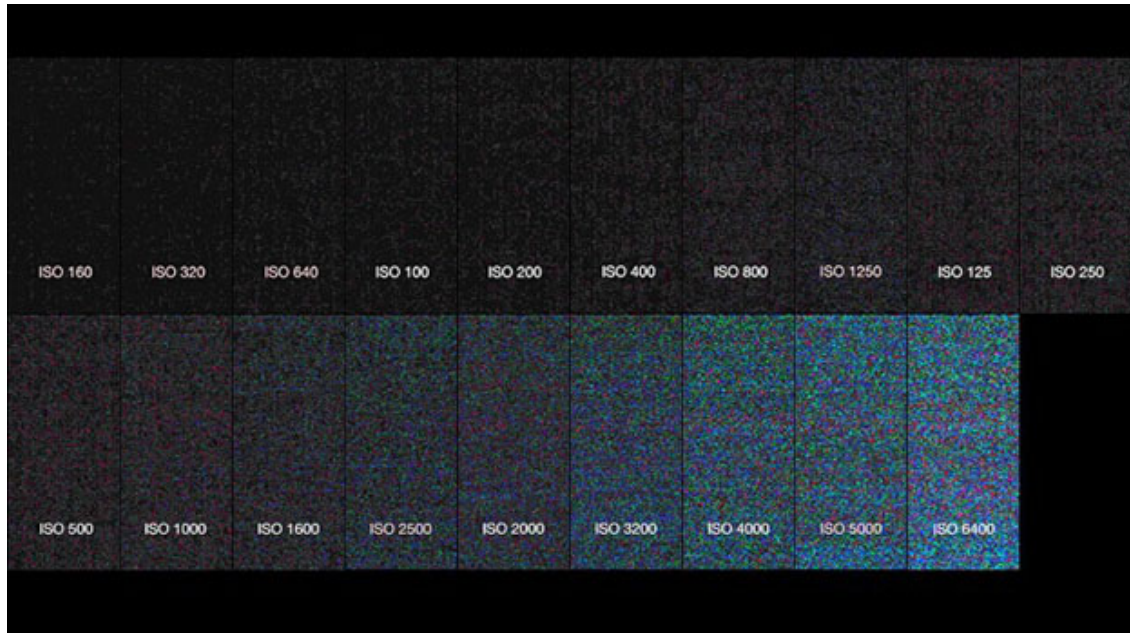


Kuva 22. Videolle tallentuu välkyntää [42].

#### 5.4 Kohina

Kohinaa voidaan havaita jokaisessa digitaalisella kameralla otetussa kuvassa ja videossa väri- ja kirkkauseroina, jotka esiintyvät pieninä pisteinä kuvassa. Digitaaliset kamerat tuottavat satunnaista, kiinteää ja raita kohinaa, joka voi esiintyä kuvissa väri- ja/tai kirkkauskohinana. Kohinaa ei voi poistaa kokonaan, mutta sen voimakkuuteen voidaan vaikuttaa kamera-asetuksilla, valaistuksella ja esimerkiksi mediaanisuotimilla ja värikylläisyydellä jälkituotannossa. Kohinan havaittavuus johtuu valon määrästä ja valotuksen pituudesta. Kohinan poistamiseksi asetuksista ISO-arvoa ja valotusaikaa säätämällä voidaan vaikuttaa suuresti kohinan havaittavuuteen kohinan tyypistä riippumatta.

Periaatteessa mitä suuremmaksi ISO-arvoa ja valotusaikaa muutetaan, sitä enemmän kohinaa havaitaan. Kohinan havaittavuuden minimoimiseksi käytettäessä pakattuja videotiedostoja olisi suositeltavaa käyttää ISO-arvoja, jotka ovat natiiviarvoja. Esimerkiksi Canonin kameroissa natiiviarvot ovat 160:n moninkertoja. Natiiviarvoilla tarkoitetaan herkkyysarvoja, joita ei tuoteta vahvistamalla signaalia. Vahvistetuilla ISO-arvoilla natiiviarvojen välillä olevat herkkyydet saavutetaan vahvistamalla natiiviarvoa, mikä taas lisää kohinan havaittavuutta. Natiivi-ISO-arvot vaihtelevat kameravalmistajasta riippuen. Kuvasta 23 voidaan todeta, että natiivi-ISO-arvoa 160 käyttämällä kohinan havaittavuus on vähäisempää kuin ISO-arvolla 100. [43; 44.]



Kuva 23. ISO-arvot ja niiden vaikutus kohinan havaittavuuteen [45].

Satunnainen kohina esiintyy kuvissa satunnaisina pisteinä, ja sen havaittavuutta voidaan säädellä ISO-arvoa muuttamalla. Satunnaista kohinaa voidaan havaita jokaisesta kuvasta. Kiinteää kohinaa havaitaan pidemmän valotuksen kuvissa, joissa ISO-arvo on matala. Se esiintyy muuta kohinaa kirkkaamana ja säännöllisempänä kohinana. Kohinan säännöllisyys mahdollistaa sen poistamisen esimerkiksi kameran omilla algoritmeilla, sillä kohinaa havaitaan samoissa kohdissa kuvasta riippumatta, mikä helpottaa pisteiden tunnistamista ja poistamista.

Kamerakenno aiheuttaa kuviin myös kohinaa, joka havaitaan raitoina kuvassa. Raitakohina on kamerakohtaista, ja sitä esiintyy jokaisessa digitaalisessa kamerassa enemmän tai vähemmän. Kohinaa syntyy, kun tietoa luetaan kennolta, ja sitä havaitaan voimakkaimmin varjoissa korkealla ISO-arvolla [46; 47]. Dokumenttia kuvattaessa yhdessä kokonaisuudessa havaittiin enemmän kohinaa kuin muissa. Kohinan aiheutti tilan heikko valaistus, joka johtui tilanteen satunnaisuudesta ja valmistelun puutteesta. Toisaalta kaikkiin tilanteisiin ei olisi voinut ottaa lisävaloa mukaan, sillä työntekijöille piti suoda työrauha, jota lisävalon käyttö olisi voinut rikkoa. Tuotannon kannalta olisi ollut suotavaa, että järjestelmäkameran kanssa olisi käytetty kameraan kiinnitettävää lisävaloa kohinan minimoimiseksi.

## 5.5 Vääristyminen

Videoita kuvattaessa järjestelmäkamerat on syytä stabiloida, ja olisi hyvä välttää esimerkiksi nopeita panoroiteja ja nopeasti liikkuvia objekteja, sillä kuvaan syntyy helposti vääristymiä, kuten kuvassa 24 on esitetty.



Kuva 24. Kuva vääristyy herkästi nopeissa liikkeissä [48].

Vääristymät vaivaavat jokaista kameraa, joka hyödyntää CMOS-kennoa. CMOS-kenno muodostaa kuvan ylhäältä alaspäin, jolloin esimerkiksi kameraa nopeasti käännettäessä ylimmät pikselirivit ovat jo valmiina, kun taas alemmat eivät pysy mukana ja kuva tuntuu panoroitaessa raahaavan perästä vääristäen kuvaa. CCD-kennolla vääristymiä ei synny, sillä kuva muodostetaan kerralla, joten liike ei vaikuta kuvaan. Täysin toivoton tilanne ei kuitenkaan ole, sillä tämänkaltaiset virheet voidaan korjata jälkituotannossa kuvaa vääristämällä. Mielestäni ei ole mitään järkeä siirtää ongelmaa jälkituotantoon, jos se voidaan ehkäistä paremmalla kameralla, sillä jälkituotantoon käytetty aika olisi hyvä minimoida ihan budjetinkin kannalta. [9, s. 37–38.]

## 6 Yhteenveto

Järjestelmäkamerat ovat hyvä lisä videoita kuvaaviin laitteisiin isompien videokameroiden rinnalle. Järjestelmäkameroiden käyttämä CMOS-kenno asettaa omia haasteita ja rajoitteita videokuvaukseen verrattuna CCD-kennoa hyödyntäviin kameroihin. Järjestelmäkamerat eivät suoriudu kovin hyvin nopeasta liikkeestä. Kameran ylikuumentuessa kohinan havaittavuus lisääntyy ja kamerasta saattaa tulla epävakaa, mikä johtaa kameran sammumiseen, käyttöjärjestelmän jumiutumiseen ja jopa kameran vahingoittumiseen.

Toisaalta järjestelmäkameralla saavutetaan parempi syvyysterävyys, ja niihin on saatavilla laajasti käyttökelpoisia objektiiveja. Tämä on suuri etu verrattuna kameroihin, jotka toimivat kiinteällä linssillä. Monitorointi asettaa myös haasteita, sillä järjestelmäkameroilla ei saavuteta pitkiä matkoja monitorin ja rungon välille ilman, että kuva huononee. Järjestelmäkamerat ovat fyysisesti pienempiä kuin videokamerat vaikka pienemmät videokamerat, esimerkiksi RED Epic, eivät ole järjestelmäkameraa suurempia. Järjestelmäkameroiden ympärille voidaan rakentaa suuriakin kokonaisuuksia, jotka tekevät niistä varteen otettavan haastajan videokameralle.

Rajoitteista huolimatta järjestelmäkameralla pystyy tuottamaan laadukasta ja ammatti- maista videota, kunhan kameralla toimitaan sen rajoitteiden mukaisesti. Järjestelmäkamerat ovat halvempia vuokrata ja omistaa kuin videokamerat, mikä mahdollistaa pienemmät videotuotannot. Pienellä budjetilla voidaan hankkia nykyään hyvä kalusto. Jos halutaan hyödyntää Canon-järjestelmäkameroiden koko potentiaalia videotuotannoissa, on suositeltavaa käyttää Magic Lantern -ohjelmistoa, joka helpottaa ja nopeuttaa kamerankäsittelyä ja tekee halvemmastakin järjestelmäkamerasta videotuotantoon soveltuvan.

Insinööriyön tilanneen mainostoimiston videotuotantoprosessi koostui suunnittelusta, valmistelusta, kuvauksesta ja jälkituotannosta. Dokumenttivideota varten saatiin kuvattua paljon materiaalia, josta saatiin editoitua toimiva ja tyylikäs kokonaisuus. Jokainen videoprosessin eri osa tuotiin esiin videolla, mutta pääpaino oli kuvausvaiheella, jolle jätettiin eniten tilaa videolla. Suurimmat ongelmat tulivat vasta editoinnin jälkeen, ren-



deröintivaiheessa. Ongelmia tuotti Adoben editointityökalujen käyttö yhdessä, mikä kuormitti tietokonetta huomattavan paljon ja venytti renderöintiaikoja. Lisäksi useiden pienten korjausten tekeminen melkein valmiiseen videoon pitkillä renderöintiajoilla teki projektin loppuvaiheesta odotettua pidemmän.

Järjestelmäkamerat olivat tuotannon tyyppin kannalta ainoa järkevä vaihtoehto, koska ne ovat pieniä ja edullisia, mutta kokoonsa nähden tuottavat hyvää kuvaa. Projektia ei olisi voitu toteuttaa ilman halpoja järjestelmäkameroita. Dokumenttivideon suunnittelu ja toteutus onnistuivat muutamaa viivästystä lukuun ottamatta suunnitelmien mukaan, ja mikä tärkeintä, asiakas oli tyytyväinen lopputulokseen.

## Lähteet

- 1 Compare cameras side by side. 2008–2014. Verkkodokumentti. DxO Labs. <[http://www.dxomark.com/Cameras/Compare/Side-by-side/Canon-EOS-550D-versus-Canon-EOS-7D-versus-Canon-EOS-5D-Mark-II\\_\\_\\_645\\_619\\_483](http://www.dxomark.com/Cameras/Compare/Side-by-side/Canon-EOS-550D-versus-Canon-EOS-7D-versus-Canon-EOS-5D-Mark-II___645_619_483)>. Luettu 3.1.2014.
- 2 The DSLR Cinematography Guide. 2013. Verkkodokumentti. nofilmschool. <[http:// http://nofilmschool.com/dslr/camera/](http://nofilmschool.com/dslr/camera/)>. Luettu 25.11.2013.
- 3 Blackmagic Pocket Cinema Camera. 2014. Verkkodokumentti. Blackmagic Design Pty. Ltd. <<http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicpocketcinemacamera>>. Luettu 25.11.2013.
- 4 Angel, Eduardo. 2012. DIGIC Processors Explained. Verkkodokumentti. Canon. <[http://www.learn.usa.canon.com/resources/articles/2012/digic\\_processors.shtml](http://www.learn.usa.canon.com/resources/articles/2012/digic_processors.shtml)>. Luettu 23.1.2014.
- 5 Rowse, Darren. Crop Factor Explained. 2006–2014. Verkkodokumentti. Digital Photography School. <<http://digital-photography-school.com/crop-factor-explained>>. Luettu 19.1.2014.
- 6 Capturing the image: DIGIC processing. 2014. Verkkodokumentti. Canon. <[http://cpn.canon-europe.com/content/education/infobank/capturing\\_the\\_image/digic\\_processing.do](http://cpn.canon-europe.com/content/education/infobank/capturing_the_image/digic_processing.do)>. Luettu 23.1.2014.
- 7 Zhang, Michael. 2011. Cross Section Views of Leica Lenses. Verkkodokumentti. PetaPixel. <<http://petapixel.com/assets/uploads/2011/05/cutaway1.jpg>>. Luettu 25.1.2014.
- 8 eBay Picture Hosting. Verkkodokumentti. i.Ebayimg.com. <[http://i.ebayimg.com/00/s/MTUwMFgxNTAw/z/OJwAAOxy4dNS-6In/\\$\\_58.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/MTUwMFgxNTAw/z/OJwAAOxy4dNS-6In/$_58.JPG)>. Luettu 25.1.2014.
- 9 Koo, Ryan. 2010–2012. The DSLR Cinematography Guide. Verkkodokumentti. nofilmschool. <[http://s3.amazonaws.com/nofilmschool.dslr.guide.pdf/rwtyw45/DSLR\\_Cinematography\\_Guide.pdf](http://s3.amazonaws.com/nofilmschool.dslr.guide.pdf/rwtyw45/DSLR_Cinematography_Guide.pdf)>. Luettu 30.1.2014.
- 10 Koo, Ryan. 2012. EOS 7D: Instruction manual. Verkkodokumentti. Canon Inc. <[http://gdlp01.cwss.com/gds/6/0300008536/03/EOS\\_7D\\_Instruction\\_Manual\\_EN.pdf](http://gdlp01.cwss.com/gds/6/0300008536/03/EOS_7D_Instruction_Manual_EN.pdf)>. Luettu 19.1.2014.

- 11 SD-cards. Verkkodokumentti. i1.squidocdn.com.  
<[http://i1.squidocdn.com/resize/squidoo\\_images/800/draft\\_lens20913161module166997947photo\\_1364427244\\_a\\_.PNG](http://i1.squidocdn.com/resize/squidoo_images/800/draft_lens20913161module166997947photo_1364427244_a_.PNG)>. Luettu 19.1.2014.
- 12 EOS-1D C. 2014. Verkkodokumentti. Canon Inc.  
<[http://www.usa.canon.com/cusa/professional/products/professional\\_cameras/cinema\\_eos\\_cameras/eos\\_1d\\_c#Specifications](http://www.usa.canon.com/cusa/professional/products/professional_cameras/cinema_eos_cameras/eos_1d_c#Specifications)>. Luettu 19.1.2014.
- 13 Gregory, Jenna. 2013. Understanding Memory Cards. Verkkodokumentti. What digital camera.  
<<http://www.whatdigitalcamera.com/equipment/advice/517064/understanding-memory-cards.html>>. Luettu 19.1.2014.
- 14 Harrington, Richard; Krogh Peter. 2012. Video File Format Overview. Verkkodokumentti. American Society of Media Photographers.  
<[http://dpbestflow.org/Video\\_Format\\_Overview](http://dpbestflow.org/Video_Format_Overview)>. Luettu 19.2.2014.
- 15 Reid, Andrew. 2013. The REAL difference between normal DSLR video and 5 D Mark 3 raw video. Verkkodokumentti. EOSHD.  
<<http://www.eoshd.com/content/11395/real-difference-normal-dslr-video-5d-mark-iii-raw-video>>. Luettu 19.2.2014.
- 16 Wöber, Sebastian. 2013. Which Canon DSLR's can do RAW with Magic Lantern?. Verkkodokumentti. American Society of Media Photographers.  
<<https://www.cinema5d.com/news/?p=18205>>. Luettu 19.2.2014.
- 17 Casio EX-F1. 2008. Verkkodokumentti. The Luminous Landscape.  
<<http://www.luminous-landscape.com/reviews/casio-exf1.shtml>>. Luettu 13.1.2014.
- 18 Compare Blackmagic Cinema Camera Products. 2014. Verkkodokumentti. Blackmagic Design Pty. Ltd.  
<<http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/techspecs>>. Luettu 19.2.2014.
- 19 Rowse, Darren. 2006–2014. Introduction to White Balance. Verkkodokumentti. Digital Photography School. <<http://digital-photography-school.com/introduction-to-white-balance>>. Luettu 20.2.2014.
- 20 Kanak, Preston. 2006–2014. Canon DSLRs: some of the best picture profiles out there. Verkkodokumentti. Philip Bloom.  
<<http://philipbloom.net/2011/09/18/pictureprofiles/>>. Luettu 20.2.2014.
- 21 Picture Profile Test #1. Verkkodokumentti. Vimeo.  
<[http://b.vimeocdn.com/ts/215/162/215162165\\_640.jpg](http://b.vimeocdn.com/ts/215/162/215162165_640.jpg)>. Luettu 20.2.2014
- 22 Finch, Garry. 2007. What is ISO? Verkkodokumentti. Photography Basics.  
<<http://www.photography-basics.com/what-is-iso/>>. Luettu 20.2.2014.

- 23 Camera exposure. 2014. Verkkodokumentti. Cambridge in Colour. <<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-exposure.htm>>. Luettu 20.2.2014.
- 24 The Exposure Triangle: Aperture, Shutter Speed, ISO. 2012. Verkkodokumentti. Freedomtolook.blogspot.fi. <<http://freedomtolook.blogspot.fi/2012/06/exposure-triangle-aperture-shutter.html>>. Luettu 20.2.2014.
- 25 Glidecam HD-4000. 2014. Verkkodokumentti. Mirco four-thirds Weddings. <<http://m43weddings.files.wordpress.com/2013/03/glidecam-hd-4000-1-of-5.jpg>>. Luettu 20.2.2014.
- 26 Dawson, Rob. 2012. Picking the Right Video Stabilizer fo your DSLR. Verkkodokumentti. <<http://www.ppmag.com/web-exclusives/2012/10/right-stabilizer.html>>. Luettu 20.2.2014.
- 27 Hegen, Mike. 2012. Verkkodokumentti. Out There Images. <[http://www.outthereimages.com/images/hagen\\_120412\\_09\\_GorillaPod\\_Focus\\_video\\_shoulders\\_rig\\_800px.jpg](http://www.outthereimages.com/images/hagen_120412_09_GorillaPod_Focus_video_shoulders_rig_800px.jpg)>. Luettu 20.2.2014.
- 28 Newton, David; Juniper, Adam. 2011. Videokuvaa järkkärillä. Docendo.
- 29 DJ Clarck. DJ Clark tests out the f&v light z96 led – an inexpensive video light for dslr. 2010. Verkkodokumentti. News Shooter. <<http://www.newsshooter.com/2010/11/23/dj-clark-tests-out-the-fv-light-z96-led-an-inexpensive-video-light-for-dslr/>>. Luettu 20.2.2014.
- 30 Kino Flo Diva-Lite 400 Fluorescent Light Kit. 2014. Verkkodokumentti. Borrow-Lenses.com. <[http://www.borrowlenses.com/product/Lighting/Kino\\_Flo\\_Diva-Lite\\_400](http://www.borrowlenses.com/product/Lighting/Kino_Flo_Diva-Lite_400)>. Luettu 20.2.2014.
- 31 Dedolight CBH3S. 2010. Verkkodokumentti. Prolight Direct. <<http://www.creativeventures.be/dedolight-cbh3s.html>>. Luettu 20.2.2014.
- 32 Pons, Juan. Recording audio with your video DSLR, Part 2. 2010. Verkkodokumentti. The Digital Experience. <<http://dpexperience.com/2010/03/18/recording-audio-with-your-video-dslr-part-ii/>>. Luettu 20.2.2014.
- 33 How Do Microphones Work. Verkkodokumentti. Wavelength Media. <<http://www.mediacollege.com/audio/microphones/how-microphones-work.html>>. Luettu 27.2.2014.
- 34 Rue, Jeremy. Dictation recorders. 2011. Verkkodokumentti. The Regents of the University of California. <<http://multimedia.journalism.berkeley.edu/tutorials/dictation-recorders/microphones/>>. Luettu 27.2.2014.

- 35 Zacuto Z-finder for Your Video DSLR. 2009. Verkkodokumentti. Kineda. <<http://www.kineda.com/zacuto-z-finder-for-your-video-dslr/>>. Luettu 30.1.2014.
- 36 Canon 600D: tips for using your digital camera. Verkkodokumentti. Digital Camera World. <<http://www.digitalcameraworld.com/2012/03/09/canon-600d-tips-for-using-your-digital-camera/>>. Luettu 30.1.2014.
- 37 External Display. 2012. Verkkodokumentti. Professional Photographers Magazine. <[http://www.ppmag.com/web-exclusives/assets\\_c/2012/09/5d3-hdmi-thumb-504x336-4120.jpg](http://www.ppmag.com/web-exclusives/assets_c/2012/09/5d3-hdmi-thumb-504x336-4120.jpg)>. Luettu 30.1.2014.
- 38 Rinne, Olli. 2005. Kamerani kuvissa on piste 'jumissa' – se siis on koko ajan samanvärinen. Mikä on hotpixel? Verkkodokumentti. <[http://www.pikseli.fi/digifaq/5\\_hotpix.html](http://www.pikseli.fi/digifaq/5_hotpix.html)>. Luettu 30.1.2014.
- 39 Mansurov, Nasim. 2011. Dead vs Stuck vs Hot Pixels. Verkkodokumentti. <[http://www.pikseli.fi/digifaq/5\\_hotpix.html](http://www.pikseli.fi/digifaq/5_hotpix.html)>. Luettu 30.1.2014.
- 40 Mitä on moiré-ilmiö? 2013. Verkkodokumentti. Nikon Ltd. <[https://nikoneurope-fi.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/15201](https://nikoneurope-fi.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/15201)>. Päivitetty 31.7.2013. Luettu 30.1.2014.
- 41 Moiré. 2014. Verkkodokumentti. PNAS. <<http://www.pnas.org/content/102/37/13081/F1.large.jpg>>. Luettu 30.1.2014.
- 42 Flicker-free video tutorial. 2012. Verkkodokumentti. Red.com, Inc. <<http://www.red.com/learn/red-101/flicker-free-video-tutorial>>. Luettu 2.2.2014.
- 43 Koo, Ryan. 2013. The DSLR Cinematography Guide: ISO Noise. nofilmschool. Verkkodokumentti. <<http://nofilmschool.com/dslr/iso-noise/>>. Luettu 5.2.2014.
- 44 Andersson, Bob; Sinttruije, Bjorn van; Thomas; Skou, Kenneth. 2010. Know your Base (or Native) ISO. Camera Labs. Verkkodokumentti. <<http://www.cameralabs.com/forum/viewtopic.php?t=4503/>>. Luettu 5.2.2014.
- 45 Zhang, Michael. Use ISO Numbers That Are Multiples of 160 When Shooting DSLR Video. 2011. Verkkodokumentti. PetaPixel. <<http://petapixel.com/2011/05/02/use-iso-numbers-that-are-multiples-of-160-when-shooting-dslr-video/>>. Luettu 5.2.2014.
- 46 Mitä on digitaalikameroiden kuvan kohina? 2004. Verkkodokumentti. Pikseli.fi. <[http://www.pikseli.fi/digifaq/3\\_kohina.html](http://www.pikseli.fi/digifaq/3_kohina.html)>. Luettu 5.2.2014.
- 47 Digital camera image noise – part 1. 2014. Verkkodokumentti. Cambridge in colour. <<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/image-noise.htm/>>. Luettu 5.2.2014.

- 48 Jellocam. Verkkodokumentti. Vimeo.  
<[http://b.vimeocdn.com/ts/278/112/27811278\\_640.jpg](http://b.vimeocdn.com/ts/278/112/27811278_640.jpg)>. Luettu 6.2.2014.

