

Kameratekniikan merkitys videotuotannossa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Tieto- ja viestintätekniikan insinööri, Riihimäki

Syksy 2021

Markus Patrikainen

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ja vertailla eri kameroiden sekä asetusten vaikutusta videotuotannossa. Työn taustalla oli sen toteuttamishetkellä online-tapaamisten, ja sitä kautta web-kameroiden käytön kasvanut määrä. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää lukijan kykyä ymmärtää ja analysoida eri web-kameroiden tuottamaa videomateriaalia. Tarkoituksena on myös kehittää ymmärtämään web-kameroiden ominaisuuksia ja soveltamaan niitä käytännössä. Opinnäytetyössä käytettiin kolmea eri web-kameramallia, jonka tarkoituksena oli tuoda esille kameroiden teknisiä rajoitteita, lopulliseen videokuvaan vaikuttavia ominaisuuksia sekä antaa ymmärrystä lukijalle videokameran valitsemisessa.

Toiminnallisessa osiossa tuloksena oli kolmen eri web-kameran esille nousseet eroavaisuudet, jotka ilmaisevat sitä, miten kamera- ja asetusvalinnat vaikuttavat lopulliseen videokuvaan. Kameraominaisuuksien kattava manuaalinen saatavuus sekä kameran rakenteelliset tekijät vaikuttivat suoraan web-kameran kykyyn tuottaa toivotunlaista videokuva.

Avainsanat web-kamera, kamerateknikka, videotuotanto

Sivut 32 sivua

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out and compare different cameras and camera settings in video production. One big reason for this thesis was highly increased use of web-cameras on online meetings. This thesis should improve the ability of user to understand how videos are created with web-cameras and analyze the material they generate. Meaning of this thesis is also to improve users on understanding settings and features of web-cameras and apply them in practice. In this thesis, three different web-cameras were used to point out differences between camera models, such as technical limitations and settings that have an impact on final video quality. This thesis should also help the user to select a right web-camera for use.

In the practical part of this thesis the results of comparing three different web-cameras ended up showing that there are differences between the web-camera models and settings that have an impact on video quality. The availability of a larger scale of manual settings and structural features of the camera have an impact on the web-camera's quality to produce desired video quality.

Keywords web-camera, video, production

Pages 32 pages

Sisälllys

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Digitaalinen video | 2 |
| 2.1 | Sensori..... | 2 |
| 2.1.1 | Värien muodostaminen..... | 3 |
| 2.1.2 | Sensoreiden kokoerojen merkitys | 4 |
| 2.2 | Resoluutio | 5 |
| 2.3 | Objektiivin aukko | 6 |
| 2.3.1 | Aukko..... | 6 |
| 2.3.2 | Käänteisen neliön laki | 7 |
| 2.3.3 | Aukon pinta-alan laskukaava | 8 |
| 2.3.4 | Syvyysterävyys..... | 8 |
| 2.4 | ISO | 10 |
| 2.4.1 | Vaikutukset..... | 11 |
| 2.4.2 | Sopivan ISO-arvon valinta | 12 |
| 2.5 | Suljinaika | 13 |
| 2.5.1 | Elektroninen suljin..... | 14 |
| 2.5.2 | Suljinaika ja 180 asteen sääntö | 15 |
| 2.6 | Valkotasapaino..... | 16 |
| 3 | Toiminnallisen osion teoria | 18 |
| 3.1 | Laitteet | 20 |
| 3.1.1 | MacBook Air (13-inch, 2017)..... | 20 |
| 3.1.2 | Obsoft Tiny AI-Powered PTZ web-kamera | 21 |
| 3.1.3 | Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K..... | 22 |
| 4 | Toiminnallisen osion toteutus | 23 |
| 4.1 | MacBook Air integroitu web-kamera ja havainnot..... | 24 |
| 4.2 | Obsoft Tiny web-kamera ja havainnot..... | 25 |
| 4.3 | Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K ja havainnot | 26 |
| 5 | Yhteenveto | 28 |
| | Lähteet..... | 30 |

Kuvat, taulukot ja kaavat

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Fotoneita ja niitä varastoivia yksiköitä (Cambridge in Colour, n.d.)..... | 2 |
| Kuva 2. Yksiköitä erisävyyisillä värisuodattimilla (Cambridge in Colour, n.d.)..... | 3 |
| Kuva 3. Bayerin värisuodatinasettelu (What Digital Camera, 2015)..... | 4 |
| Kuva 4. Eri kamerasensorien kokovertailut sekä määritetyt kerroinarvot (Mansurov, photographylife, 2020)..... | 5 |
| Kuva 5. F-stop asteikko. Huom. aukot eivät todellisissa mittasuhteissa (MeredithFontana, n.d.)..... | 7 |
| Kuva 6. Käänteisen neliön lain havainnekuva (Aldred, 2017). | 8 |
| Kuva 7. Syvyysterävyysalueen muodostumisen hahmotuskuva (Bailey, 2008)..... | 9 |
| Kuva 8. Vertailukuva syvyysterävyysalueen muuttumiseen (Bailey, 2008)..... | 10 |
| Kuva 9. Graafinen ilmaisu valotuskolmiosta, exposure triangle (Raiber, 2021). | 11 |
| Kuva 10. Tilanteeseen liian pitkän suljinajan aiheuttama liikkeen sumennus (Mansurov, Photography Life, 2021). | 13 |
| Kuva 11. Nopean suljinajan jäädyttämä tilannekuva (Mansurov, Photography Life, 2021). | 13 |
| Kuva 12. Globaalin elektronisen sulkimen karkean ja pehmeän toiminnan havainnekuva (Brown, 2018). | 15 |
| Kuva 13. 24 kuvaa per sekunnin suljinkulman havainnekuva (McGregor, 2015). | 16 |
| Kuva 14. Metallinen ruukku mustan kappaleen referenssimallina (Abramowitz & Davidson, n.d.)..... | 17 |
| Kuva 15. Kelvinin asteikko (Ljubisavljević, 2017). | 18 |
| Kuva 16. Kaikki kolme vertailussa käytettyä kuvauslaitetta ja Blackmagicin kamerarunkoon soveltuva objektiivi..... | 20 |
| Kuva 17. MacBook Air -kannettavan sisäänrakennettu web-kamera..... | 21 |
| Kuva 18. Obsoft Tiny web-kamera. | 22 |
| Kuva 19. Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K ja Samyang ED AS UMC CS..... | 23 |
| Kuva 20. MacBook Air alkuperäistiedoston parade. | 25 |
| Kuva 21. Obsoft Tiny web-kameran videotiedoston parade..... | 26 |
| Kuva 22. Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K videotiedoston parade..... | 28 |
| | |
| Kaava 1. Laskentamenetelmä 3840x2160 resoluutiolle 200 pikselin tuumatarkkuudella. | 6 |

1 Johdanto

Opinnäytetyön toteuttamishetkellä niin koulutus kuin työympäristöissä online-tapaamisten tarve on kasvanut merkittävästi. Tapaamisten ohella myös opetus- ja esitysvideoissa hyödynnettävän web-kameran käyttö on yleistynyt. Web-kameran hyvän videokuvan laatu on yhä tärkeämmässä roolissa, mutta mikä tahansa kamera ei välttämättä toimita toivottua videokuva ja lopputulosta. Tässä opinnäytetyössä selvitetään, miten digitaalinen videokamera muodostaa videokuvan kameran ominaisuuksia hyödyntämällä sekä miten käyttäjä voi vaikuttaa videokuvaan toivotusti kamera- ja asetusvalinnoilla.

Opinnäytetyössä on vertailukohteina käytössä kolme eri kameraa; MacBook Air (2017) FaceTime HD kamera, Obsoft Tiny web-kamera sekä Blackmagic Micro Studio Camera 4K. Kameroiden ja kannettavan tietokoneen valinta opinnäytetyöhön perustuu niiden poikkeaviin ominaisuuksiin sekä keskimäärin kuluttajakelpoisiin hankintahintoihin.

Kaikki vertailussa käytetyt kamerat poikkeavat toisistaan huomattavasti, joten ne muodostavat hyvän vertailukolmikon.

Kameroissa videokuvan tuottamiseen käytetään ensisijaisesti manuaaliasetuksia kameran tarkemman hallittavuuden saavuttamista varten, mutta niiden puuttuessa hyödynnetään automaattiasetuksia. Kuvausolosuhteet pidetään jokaisen kameran kohdalla vertailukelpoisina, jotta kamera sekä asetukset asetustyyppin mukaan toimivat yksinomaan ratkaisevina tekijöinä.

2 Digitaalinen video

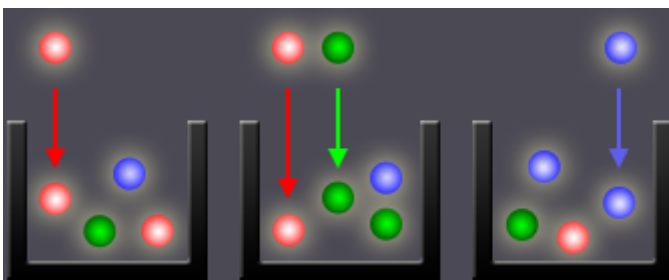
Digitaalinen video on yksittäisten digitaalisten kuvien jatkuva jono, jossa kukin kuva vastaa tietyistä kuvahetkeistä. Digitaalinen video on sulavampaa, mitä useampia kuvia toistetaan tietyn ajanjakson aikana. Tällöin puhutaan kuvanopeudesta, englanniksi frames per second. Yleisiä kuvanopeuksia ovat muun muassa elokuvissa käytetty 24 kuvaa sekunnissa tai tavallisissa videoissa käytetty 30 kuvaa sekunnissa. Digitaalisen videon yksittäisellä kuvakehyksellä on myös resoluutio eli pikselimäärä ja videokokonaisuudelle mahdollista valita erilaisia pakkausmenetelmiä. (Ferster, 2017)

2.1 Sensori

Digitaalisen, niin video kuin valokuvauskäyttöön suunnatun kameran sensori on valoa vastaanottava osa, joka mahdollistaa kuvakehyksen muodostumisen lopulta digitaaliseen muotoon. Sensorissa, ts. kennossa, on miljoonia valoa varastoivia yksiköitä (eng. photosites), jotka altistetaan vastaanottamaan ja varastoimaan valoa kun kameran laukaisinpainiketta painetaan. Jokaisella digitaalisen kuvakehyksen pikselillä on oma valoa varastoiva yksikkö, joka aistii siihen saapuneiden valohiukkasten eli fotonien määrän (Kuva 1). (Cambridge in Colour, n.d.)

Varastoituneiden fotonien määrä kertoo kuinka kirkas – tai himmeä yksittäinen pikseli digitaalisessa kuvakehyksessä lopulta on; kirkkaammassa pikselissä on suurempi fotonivaraus. Koska jokaisen pikselin fotonivaraus on suoraan verrannollinen siihen osuvan valon voimakkuuteen, on digitaalinen kuvakehyks tuolloin mahdollista muodostaa kuten se silmälläkin on havaittavissa. (Golowczynski, 2016)

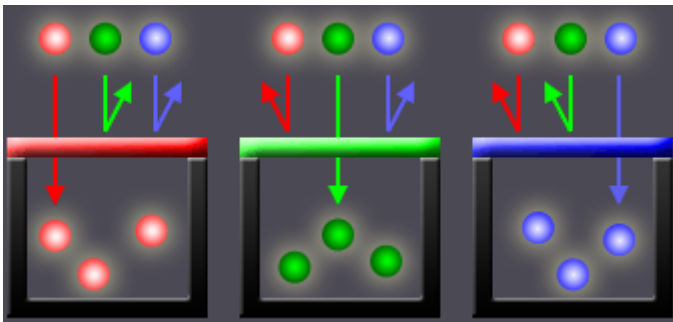
Kuva 1. Fotoneita ja niitä varastoivia yksiköitä (Cambridge in Colour, n.d.).



2.1.1 Värien muodostaminen

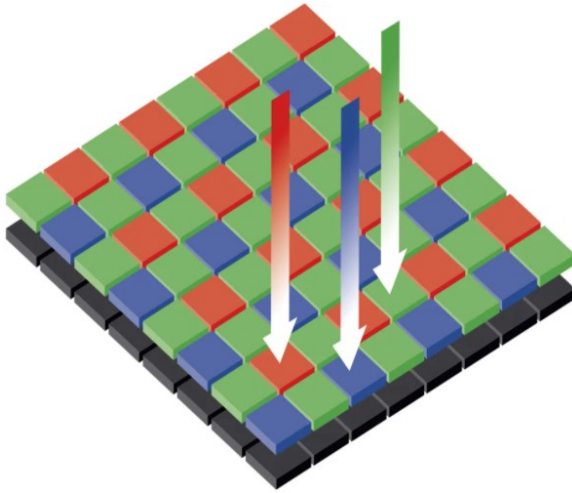
Digitaalisen kameran sensori muodostaa harmaasävykuvan, mikäli fotoneita varastoivilla yksiköillä ei ole värisuodattimia. Tämä johtuu siitä, että yksikkö itsessään ei kykene tulkitsemaan varastoitavien valohiukkasten sävyjä. Värillisen kuvakehyksen kaappaamista varten jokaista yksikköä kohti on asetettu värisuodatin, joka vastaa sille määritetyn värisävyn läpäisystä varastoitavaksi (Kuva 2). Värisuodattimien värejä ovat päävärisävyt punainen, vihreä ja sininen, ts. RGB (Red, Green, Blue). (Cambridge in Colour, n.d.)

Kuva 2. Yksiköitä erisävyisillä värisuodattimilla (Cambridge in Colour, n.d.).



Koska ihmissilmä on herkempi aistimaan vihreää valoa kuin sinistä ja punaista, yleisin ratkaisu värisuodattimien asettelulle on Bayerin asettelu (Kuva 3, s. 4). Ihmissilmän vihreän valon herkkyuden takia asettelussa vihreitä värisuodattimia on enemmän kuin yksittäisiä punaisia tai sinisiä suodattimia. Lisättyjen vihreiden värisuodattimien ansiosta Bayerin asettelussa pikselit kykenevät muodostamaan kuvakehyksen, joka ilmenee silmälle vähemmän rakeisena sekä yksityiskohtaisempaan verrattuna asetteluun, jossa jokaista kolmea eri värisuodatinta olisi tasamäärä. (Cambridge in Colour, n.d.)

Kuva 3. Bayerin värisuodatinasettelu (What Digital Camera, 2015).



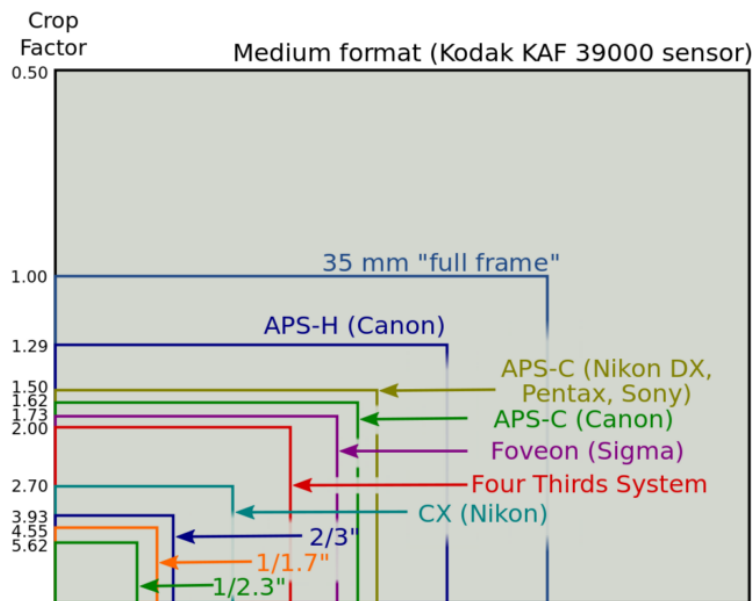
2.1.2 Sensoreiden kokoerojen merkitys

Koska digitaalisen kameran sensori koostuu miljoonista valoa varastoivista elementeistä, on myös merkitystä sillä, kuinka suuria ne ovat. Jos verrataan kahta erikokoista digitaalisen kameran sensoria, joiden megapikselimäärä (miljoona pikseliä vastaa yhtä megapikseliä) on sama, fyysisesti isommassa sensorissa valoa varastoivat yksiköt ovat suurempia. Suuremmat yksiköt kykenevät varastoimaan enemmän informaatiota, joka vaikuttaa lopullisen kuvakehyksen yksityiskohtiin. (Crisp, 2013)

Mitä suurempi valoa varastoiva yksikkö on, sitä herkemmin se myös vastaanottaa sitä. Suuremmalla yksiköllä on myös tehokkaampi signaalinvoimakkuus, jolloin kuvakehyksen häiriöt eli kohina (kts. ISO) on paremmin hallittavissa verrattuna pienempään yksikköön, kun signaali käännetään digitaaliseen muotoon. (Oosterhoff, 2015)

Digitaalisen kamerasensorin fyysinen koko vaikuttaa myös kuvattavat kohteen tai alueen rajautumiseen lopullisessa kuvakehyksessä. Vertailtaessa suurempi sensori kattaa laajemman alueen lopullisessa kehyksessä, jos optiikan polttoväli on vakio erikokoisten sensorien välillä. Tämä johtuu siitä, että pienempi sensori pystyy taltioimaan vain osan suuremman sensorin alueesta sen mittasuhteiden rajoitteiden (eng. crop factor) takia (Kuva 4, s. 5). (Harmsen, 2018)

Kuva 4. Eri kamerasensorien kokovertailut sekä määritetyt kerroinluvot (Mansurov, photographylife, 2020).



2.2 Resoluutio

Digitaalisen kamerasensorin resoluutio voidaan määrittää sensorin pikseleiden määrästä korkeus- ja leveysuunnassa. Jos kamerasensorilla on pikseleitä 4096 kappaletta leveysuunnassa ja 2160 korkeussuunnassa, voidaan ne kertoa keskenään, jolloin resoluutio on 4096x2160 pikseliä ja kokonaispikselimäärä 8 847 360 pikseliä. Kokonaispikselimäärä voidaan puolestaan ilmaista megapikseleinä, jolloin yksi megapikseli vastaa miljoonaa yksittäistä pikseliä ja sensori on tällöin 8,8 megapikseliä. (Kun, n.d.)

Mitä suurempi kamerasensorin resoluutio on kyseessä, sitä suuremmassa fyysisessä mittakaavassa videokuvaa voidaan toistaa ilman, että kuvan terävyys heikkenee uupuvan resoluution takia. Korkealaatuisen videokuvan säilyttämistä varten voidaan määrittää tarpeeksi korkea pikselimäärä yksikköä – kuten tuumaa tai senttiä kohti. Tällöin videomateriaali pystyy täyttämään määritetyn pikselimäärän aina isommassa mittakaavassa, mitä suurempi resoluutio on kyseessä (Kaava 1, s.6). (Mansurov, PhotographyLife, 2018)

Kaava 1. Laskentamenetelmä 3840x2160 resoluutiolle 200 pikselin tuumatarkkuudella.

$$3840 \text{ px} / 200 \text{ px per inch} = 19.2'' \text{ (Leveys)}$$

$$2160 \text{ px} / 200 \text{ pc per inch} = 10.8'' \text{ (korkeus)}$$

$$\text{Ruudun koko} = 19.2'' \text{ (Leveys)} * 10.8'' \text{ (korkeus)}$$

2.3 Objektiivin aukko

Kameran objektiivin (ts. linssin) aukko on niin video- kuin valokuvaustekniikan peruselementtejä, joka on merkittävässä roolissa, tässä tapauksessa digitaalisen kuvakehyksen valotuksen muodostamisessa. Objektiivin aukon toimintaperiaate on oleellista tietää, jotta valotus osataan muodostaa sekä muita eri aukkokokoista johtuvia ominaisuuksia pystytään toimittamaan kuvaan tai videoon määrätietoisesti. (ExpertPhotography, n.d.)

2.3.1 Aukko

Kameralinssin aukko on fyysinen reikä, jonka halkaisijan kokoa on mahdollista muuttaa. Aukko päästää valoa linssin läpi kamerasensorille, jotta valotus voidaan muodostaa. Linssin aukko on verrattavissa esimerkiksi silmän pupilliin; vähäisessä valaistuksessa silmän pupilli laajenee, jonka seurauksena se päästää enemmän valoa sisälle. Päivänvastaisessa tilanteessa, kuten kirkkaassa päivänvalossa silmän aukko pienenee, sillä silmällä ei ole tarvetta liialliselle määrälle valoa. Kameran linssin aukko toimii vastaavalla periaatteella, jolloin muun muassa hämäräkuvauksessa suuremmasta aukosta on merkittävästi hyötyä.

Aukkokokoa ilmaistaan f-stop arvoilla. F-stop merkitään muodossa f/N, missä f-kirjain on tyyllitelty ja viittaa polttoväliin (eng. focal length) ja N puolestaan numeroarvoon.

(MeredithFontana, n.d.) F-stop numeron ollessa pienempi, esimerkiksi f/1.8, aukon fyysinen koko on suurempi kuin vaikkapa f/3.2. F-stop arvoille on myös vakiintuneet pisteet, ja näistä pisteistä puhutaankin nimellä F-stop asteikko (Kuva 5, s. 7).

Kuva 5. F-stop asteikko. Huom. aukot eivät todellisissa mittasuhteissa (MeredithFontana, n.d.).



© meredithfontana.com

F-stop asteikossa oleellista on tietää, että jokaisessa pisteessä numeron kasvaessa aukon halkaisijan koko puolittuu. Tämän seurauksena aukon läpi sensorille pääsee myös puolet vähemmän valoa. Nykypäivän kameroissa aukon kokoa pystytään muuttamaan kuitenkin tarkemmin, jolloin voidaan käyttää kolmannespysähdyksiä (1/3 stop) tarkemman aukon hallinnan saavuttamiseksi. (ExpertPhotography, n.d.)

2.3.2 Käänteisen neliön laki

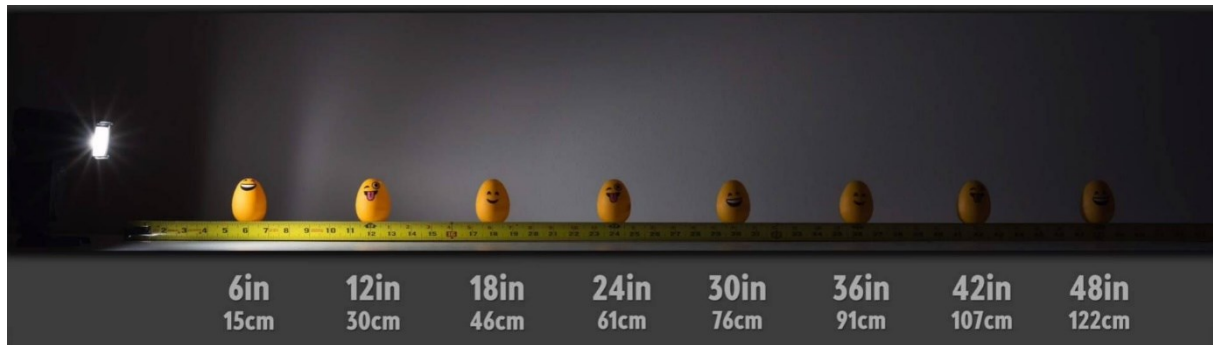
Vaikka objektiivin aukko määrittää kameran sensorille pääsevän valon määrän, on myös huomioitavaa, että objektiivin polttoväli sekä valon lähteen etäisyys vaikuttavat valon intensiteettiin. Valon kulkiessa valonlähteestä aukkoon ja aukosta sensorille, sen intensiteetti vähenee mitä pidemmän matkan se on kulkenut ja päin vastoin. Tämä ilmiö tottelee käänteisen neliön lakia (Kuva 6, s. 8).

Eri polttovälejä vertailtaessa valon matka sensorille pitenee, mitä suurempi polttoväli on kyseessä. Jotta valon intensiteetti sensoriin osuessa olisi sama eri linssien välillä, f-pysähdystä laskelmoidessa täytyy huomioida aukon halkaisijan koko sekä linssin polttoväli.

Kun polttoväli jaetaan objektiivin aukon halkaisijalla, saadaan selville kameran sensoriin osuvan valon intensiteetti. Intensiteetti voidaan myös todeta toisella tapaa, jolloin esimerkiksi 200 millimetrin linssi f-stop arvolla f/8 muodostaa kameran sensorille saman valon intensiteetin kuin 20 millimetrin linssi vastaavalla f/8 pysähdyksellä, sillä aukot ovat eri kokoisia halkaisijaltaan. Tämä johtuu siitä, että 200 millimetrin linssillä valo kulkee sensorille kymmenkertaisen matkan 20 millimetrin linssiin verrattuna. Sen sijaan, jos aukon halkaisijan koko olisi näiden kahden eri polttovälin välillä identtinen, 200 millimetrin linssissä valon

intensiteetti olisi heikompi sensorille osuessaan pidemmän matkan seurauksena.
(MeredithFontana, n.d.)

Kuva 6. Käänteisen neliön lain havainnekuva (Aldred, 2017).



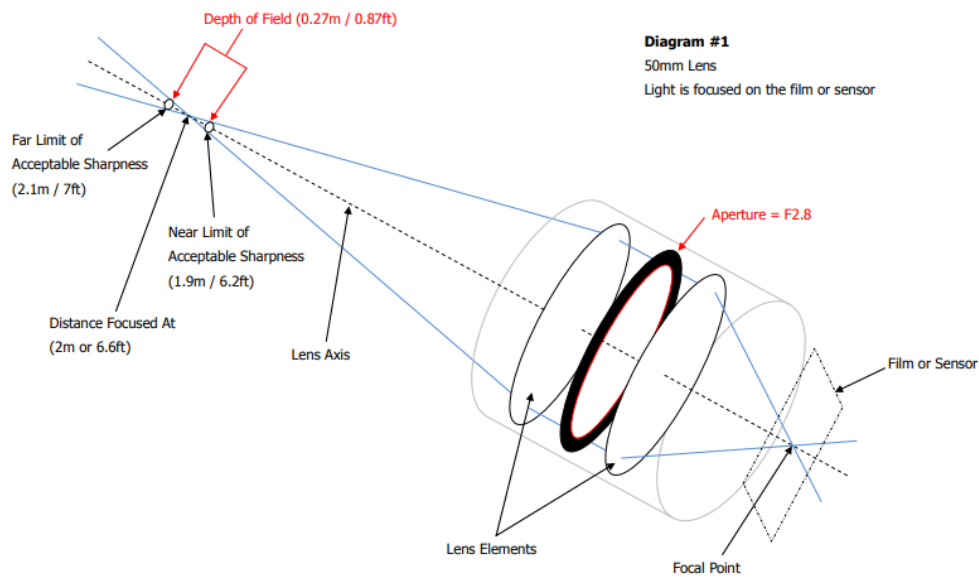
2.3.3 Aukon pinta-alan laskukaava

Objektiivin aukon pinta-ala voidaan laskea laskukaavalla $A = r^2 \cdot \pi$. Laskutoimituksessa A vastaa pinta-alaa, r^2 sädettä kerrottuna itsellään ja π vakioarvoa. Jos käytössämme on 20 millimetrin polttoväli ja aukon koko $f/2$, sijoitetaan polttoväliarvo 20 millimetriä f -kirjaimen tilalle ja saadaan jakolasku $20/2 = 10$ millimetriä. Arvo puolitetaan, jolloin saadaan säde 5 millimetriä ja sijoitetaan laskukaavaan. Lopullinen aukon pinta-ala A saadaankin siis laskutoimituksella $5^2 \cdot \pi = 78,5$ neliömillimetriä (mm^2).

2.3.4 Syvyysterävyys

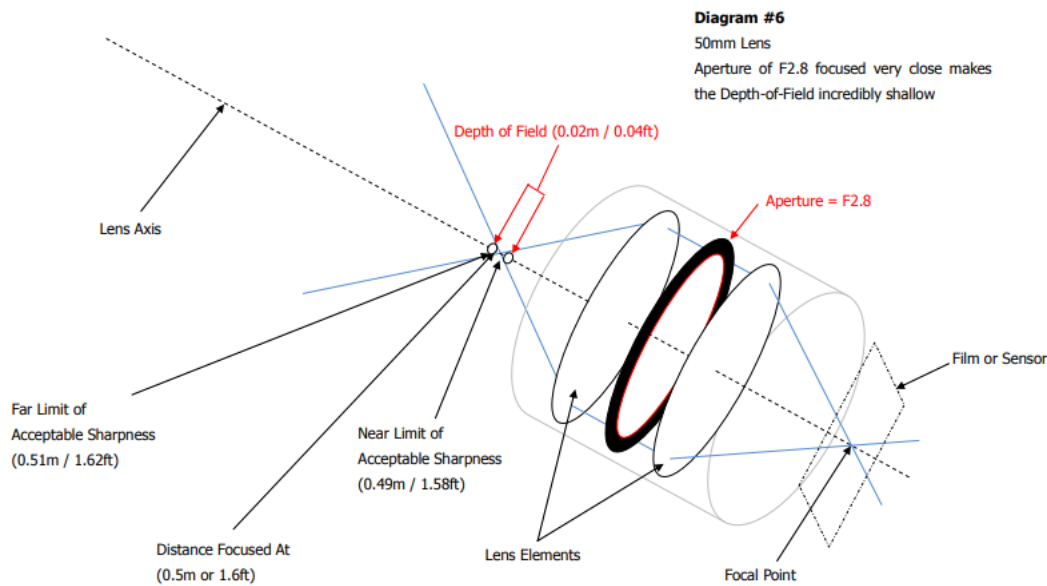
Syvyysterävyys (eng. depth of field) tarkoittaa aluetta, joka muodostuu, kun tarkennuspisteen etu- ja taka-ala alkavat menettää tarkkuutta. Syvyysterävyysalue muodostuu ja sitä voidaan muokata, kun objektiivin aukon kokoa muutetaan joko suuremmaksi tai pienemmäksi. Matala syvyysterävyysalue kattaa vähemmän tarkkaa aluetta, joka saavutetaan suurentamalla linssin aukkokokoa. Suurempi syvyysterävyysalue saavutetaan puolestaan pienemmällä aukkokoolalla (Kuva 7, s. 9). (ExpertPhotography, n.d.)

Kuva 7. Syvyysterävyyden muodostumisen hahmotuskuva (Bailey, 2008).



Kuvassa 6 aukon koko on $f/2.8$ ja polttoväli 50 millimetriä. Kahden pidemmän sinisen viivan muodostama risteymäkohta on määritetty tarkennuspiste, jonka molemmiin puolin kauemmaksi mentäessä terävyys alkaa hävitä. Kuvan mukaisessa tilanteessa linssin ja kameran asetuksilla sekä tarkennetun kohteen ollessa 2 metrin etäisyydellä, saadaan hyväksytysti tarkennettua aluetta noin 27 senttimetriä. Mitä lähempänä tai kauempana tarkennettu kohde on vastaavilla asetuksilla, muuttuu myös syvyysterävyyden alue; tarkennuspisteen lähestyessä syvyysterävyyden alue madaltuu ja loitotessa kasvaa. (Kuva 8, s. 10). (Bailey, 2008)

Kuva 8. Vertailukuva syvyysterävyyden muuttumiseen (Bailey, 2008).



Myös kameran sensorin fyysinen koko vaikuttaa syvyysterävyyden muodostumiseen. Suurin osa peilikameraista (DSLR, eli digital single-lens reflex camera) käyttää joko kinokokoista 36x24 millimetrin sensoria, tai pienempää APS-C eli advanced photo system type-C kokoista kennoa, joka on Canonilla 22.2x14.8 millimetriä ja muilla valmistajilla 23,5x15.6 tai 23,7x15.6 millimetriä.

Mitä suurempi kameran sensori, sitä matalampi syvyysterävyys ja päinvastoin. Tämä vertaus pätee kuitenkin vain silloin, jos f-pysähdys, tarkennettu kohde sekä kameran etäisyys tarkennetusta kohteesta ovat muuttumattomat. Jos sama syvyysterävyyden alue halutaan säilyttää kuvassa, joka on otettu suuremmalla sekä pienemmällä sensorilla, täytyy objektiivin aukkokokoa pienentää suurempi sensorisessa kamerassa, joka tarkoittaa puolestaan korkeampaa f-pysähdystä. (MeredithFontana, n.d.)

2.4 ISO

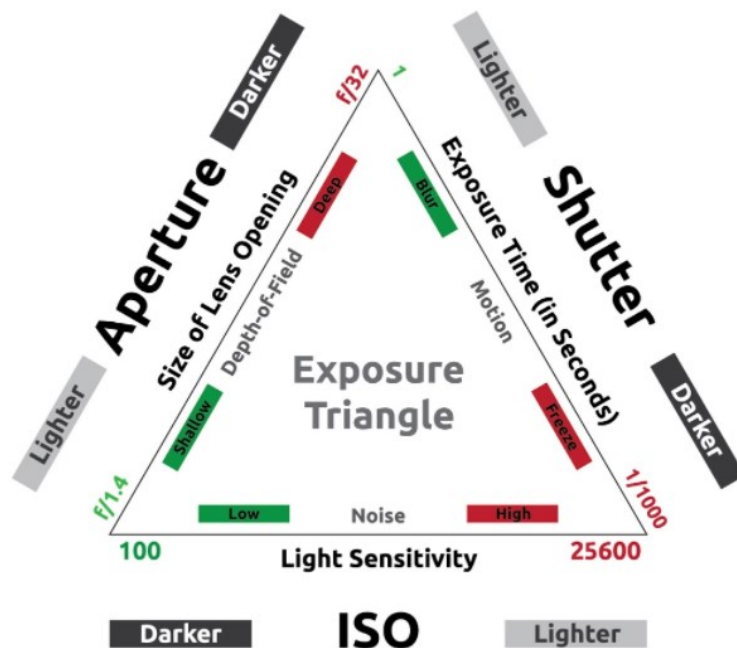
ISO (International Organization for Standardization) on yksi digitaalisen videokuvauksen keskeisimpiä ominaisuuksia. ISO on yksi kolmesta videokuvauksen tärkeimmistä ominaisuuksista kameran suljinajan ja objektiivin aukkokoon ohella, jotka muodostavat niin kutsutun valotuskolmion (eng. exposure triangle) (Kuva 9, s. 11). ISO-arvon vaikutukset lopputulokseen ovat merkittävät videon kuvanlaadun kannalta; ISO-arvolla voidaan

pimentää tai kirkastaa kuvakehystä, jolloin mitä suurempi ISO-arvo on käytössä, sitä kirkkaampi kuvasta tulee. ISO-arvon liiallisella nostamisella on kuitenkin haittavaikutuksia, jotka tulee ottaa huomioon. (Mansurov, Photographylife, 2019)

ISO on digitaalisen kamerasensorin valoherkkyttä mittaava arvo. Sensorin valoherkkyttä pystytään muuttamaan digitaalisessa videokuvauksessa suoraan kuvatessa, toisin kuin filmikamerassa; digitaalisessa järjestelmässä ISO on elektroninen kameran ominaisuus, eikä kiinteä arvo kuten filmikameran filmirullassa.

Digitaalisessa kamerasensorissa ISO-arvoa muuttamalla sensorin valoa varastoivien yksiköiden herkkyys muuttuu. Tämä on seurausta siitä, että elektronisesti herkkyttä muuttamalla sensorin jännite muuttuu. Kun arvoa nostetaan, nousee myös jännite ja päinvastoin. ISO-arvon nostamisen prosessia ohjelmiston kautta voi verrata mikrofonin herkkyden (gain) nostoon. (Vorenkamp, n.d.)

Kuva 9. Graafinen ilmaisu valotuskolmiosta, exposure triangle (Raiber, 2021).



2.4.1 Vaikutukset

ISO on lineaarinen arvo. Linearisuudesta johtuen sensorin herkkyttä muuttamalla ISO 200 arvosta ISO 400 arvoon, tuplaantuu sen valoherkkyys. Valotusarvoon (EV, exposure value)

viitatessa sensorin valoherkkyyden tuplaantuessa saadaan valotusarvoa nostettua +1 EV.
(Vorenkamp, n.d.)

Kun ISO-arvoa muutetaan korkeammaksi, videokuvaan saattaa muodostua visuaalista häiriötä, joka ilmenee videokuvan digitaalisena kohinana (eng. noise). ISO-arvon aiheuttamien videokuvan laatumuutosten takia videokuvan kirkastaminen ISO-arvoa korottamalla on oleellista vain silloin, kun riittävän valon saaminen tai kuvanlaadun säilyttäminen objektiivin aukkokoon ja kameran suljinajan kautta ei riitä saavuttamaan haluttua lopputulosta. Esimerkiksi liian matalan suljinajan aiheuttama sameus liikkuvassa kohteessa voidaan kompensoida ISO-arvoa nostamalla, jolloin myös suljinaikaa pystytään nopeuttamaan. (Mansurov, Photographylife, 2019)

2.4.2 Sopivan ISO-arvon valinta

ISO-arvon korottamisen tarkoituksia ovat muun muassa korkeamman suljinajan saavuttaminen nopean liikkeen jäädymistä varten sekä pimeään ympäristön valottaminen vapain käsin kuvatessa. Liian suurella arvolla on kuitenkin haittavaikutuksia, kuten digitaalisen kohinan lisääntyminen, joka ilmenee väritarkkuuden heikkenemisenä.

Koska eri kameroiden suorituskyky vaihtelee eri ISO-arvoilla, objektiivin aukkokoko sekä suljinaika ovat tilanteesta riippuvaisia, on olemassa vain suosituksia eri valaistuksissa käytettäviin arvoihin:

- Kirkkaassa keino -tai luonnonvalossa ISO-arvo 200-400.
- Epäsuorassa valaistuksessa tai sisätiloissa kirkasta valoa heikommassa valaistuksessa ISO-arvo 400-800.
- Heikossa valaistuksessa, riippuen videokameran kennon suorituskyvystä ja objektiivin aukkokokoosta ISO-arvo 800-1600.

Tätä suurempia ISO-arvoja tulisi käyttää vain silloin, jos muuta vaihtoehtoa videokuvan valottamiselle ei ole. (Panic, 2020)

2.5 Suljinaika

Suljinaika, englanniksi shutter speed, on ajanjakso, jossa kameran suljin on auki ja täten mahdollistaa valon kohdistumisen kameran sensorille. Kameran suljinaika määrittää yksinomaan sen, kuinka kauan kutakin kuvakehystä ajallisesti valotetaan. Kun käytetään pidempää suljinaikaa, jolloin kameran joko mekaaninen tai elektroninen suljin on auki, voidaan kuvakehyksessä havaita liikkeen sumentumista (eng. motion blur) (Kuva 10). Pitkän suljinajan vastakohta on nopea suljinaika, jolloin kameran suljin on auki vain hyvin lyhyen aikaa ja täten mahdollistaa nopean kohteen liikkeen ”jäädymisen” (Kuva 11). Nopean suljinajan mahdollistama liikkeen jäädymys on kuitenkin pätevä ilmaisu vain valokuvauskäytössä, yksittäisiä kuvakehyksiä kaapatessa. (Mansurov, Photography Life, 2021)

Kuva 10. Tilanteeseen liian pitkän suljinajan aiheuttama liikkeen sumennus (Mansurov, Photography Life, 2021).



Kuva 11. Nopean suljinajan jäädymä tilannekuva (Mansurov, Photography Life, 2021).



Valokuvauksessa suljinajalla voidaan hallita ja määrittää miten kohteen liike tallennetaan lopulliseen kuvakehykseen. Videokuvauskäytössä kameran suljin sekä suljinajan määrittäminen toimivat kuitenkin hieman eri lailla. Valokuvauksessa käytettävä mekaaninen suljin pitää

äänen, joka kuuluisi videota kuvatessa, joten sen sijaan videokuvauksessa käytettävä suljin on elektroninen. Tällöin mekaaninen suljin aukeaa kerran, kun videokuvauus aloitetaan ja siitä eteenpäin elektroninen suljin simuloi toimintoa koko videokuvauksen keston ajan. (Devo, 2017)

2.5.1 Elektroninen suljin

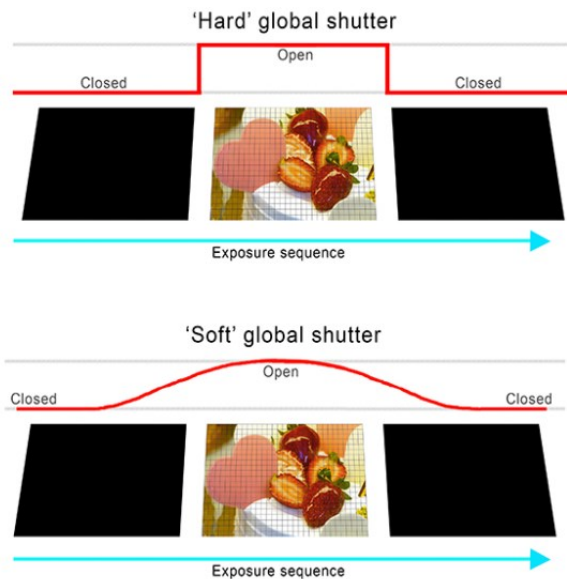
Elektronisia sulkimia on kahdenlaisia, pyöriviä (rolling shutter) ja globaaleja elektronisia sulkimia (global electronic shutter). Sulkimesta on myös hybridiversio, joka yhdistää mekaanisen ja elektronisen sulkimen toiminnot.

Kameran sensori hallinnoi molempia täysin elektronisia sulkimia. Suurimpana hyötynä näissä sulkimissa on liikkuvien eli mekaanisten osien puuttuminen, jolloin käytössä ei ilmene osien kulumista tai hajoamista. Elektroninen suljin toimii myös äänettömästi, koska liikkuvia osia ei ole ja tästä syystä suljin pystyy saavuttamaan hyvin nopean suljinajan.

Pyörivä suljin lukee kuvakehyksen yleensä ylhäältä alas riveittäin, jolloin se lukee valoa varastoivia yksiköitä jokaiselta pikseliriviltä kerrallaan. Pyörivä suljin aktivoi valoa varastoivan yksikön koko kuvakehyksen leveydeltä ja valotus alkaa ensimmäisen yksikkörivin valotuksesta ja päättyy viimeisen rivin sulkemiseen. Vaikka valotusaika jokaista riviä kohti elektronisessa sulkimessa on hyvin nopea, syntyy siihen viivettä pääosin ajasta, jolloin elektronisen sulkimen informaatio luetaan ulos sensorilta. Elektronisen sulkimen tiedonsiirtonopeuteen taas vaikuttaa kameran prosessointiteho. Elektronisen sulkimen toiminta ei yleensä aiheuta huomattavaa kuvan vääristymistä, mutta nopeasti liikkuvassa kohteessa videokuvassa saattaa ilmetä kuvavääristymää, joka on tyypillistä elektronista suljinta käytettäessä.

Globaali elektroninen suljin ei sammuta pikseleitä riveittäin pyörivän sulkimen tavoin, vaan toimittaa valoa varastoiviin yksiköihin samanaikaisesti. Globaalista sulkimesta on pehmeä sekä karkea versio, joka määrittää sen, valotetaanko kaikki samanaikaisesti valoa varastoivat yksiköt äkillisesti vai enemmän asteittain (Kuva 12, s. 15).

Kuva 12. Globaalien elektronisen suljimen karkean ja pehmeän toiminnan havainnekuva (Brown, 2018).



Globaali elektroninen suljin vaatii korkean lukunopeuden valituksen kaappaamista varten, joka on vaativampaa, mitä suurempi sensori on käytössä. Tämän takia globaalit suljimet ovat yleisempiä elokuvakameroissa, mutta ovat myös käytössä lisääntyvässä määrin peilittömissä kameroissa. (Brown, 2018)

2.5.2 Suljinaika ja 180 asteen sääntö

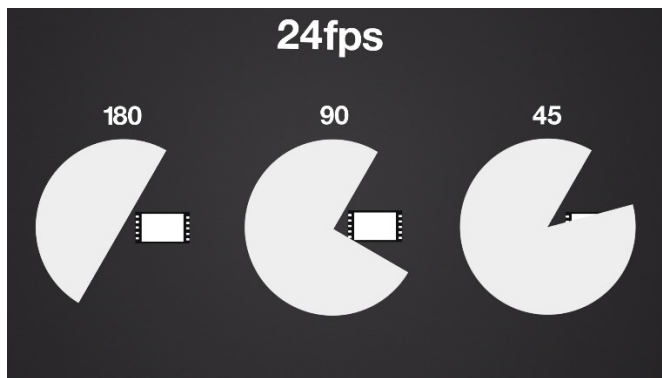
Video ja elokuvatuotannossa on määritelty kaksi ”sääntöä”, jotka jakavat saman nimen – 180 asteen sääntö. Toinen niistä kuvastaa kameran ja kameroiden asettelua, kun taas toinen kameran määritellyn suljinajan sekä kuvanopeuden suhdetta toisiinsa. Tässä osiossa käsitellään ainoastaan otsikon mukaisesti jälkimmäistä, suljinajan ja kuvanopeuden sääntöä. Sääntö ei ole kuitenkaan pakollinen noudatettava, mutta sen sijaan toimivaksi todettu menetelmä ja muistisääntö.

180 asteen säännön hyödyntäminen suljinajan ja kuvanopeuden määrittelyssä on melko yksinkertainen perustella. Sääntö perustuu videokuvaukseen sopivan oikeanlaisen liikesumennuksen määrittelyyn. Suljinajan tulee olla suhteellinen ja se määritellään sen perusteella, mikä kuvanopeus on valittuna, eli kuinka monta yksittäistä kuvakehystä tallennetaan per sekunti. Jos kuvanopeudeksi on valittu 30 kuvaa sekunnissa, tulee sen

suhteelliseksi suljinajaksi määrittää sekunnin kuudeskymmenesosa ($1/60$ sekuntia). 60 kuvaa sekunnissa kuvatessa suhteellinen suljinaika olisi $1/120$ sekuntia. Jos kuvanopeus on 24 kuvaa sekunnissa, tulee suljinaika määrittää joko $1/48$ sekuntiin tai $1/50$ sekuntiin, sillä esimerkiksi järjestelmäkamera ei välttämättä mahdollista $1/48$ sekunnin suljinaikaa. (Dawson, 2020)

180 asteen säännöllä on myös sitä havainnollistava malli, shutter angle, eli suljinkulma (Kuva 13). Mitä suurempi kulma on, sitä hitaampi suljinaika sekä enemmän liikesumennusta kuvassa. (McGregor, 2015) Suljinkulma on hyödyllinen tapa kuvata suljinajan suhdetta kuvanopeuteen, vaikka nykyaikaiset kamerat eivät varsinaisesti kontrolloi suljinaikaa tällä tavalla. Suljinkulma kuvaakin siis pyörivää kiekkoa, joka päästää valoa ja pyörähtää 360 astetta kerran jokaista valotettavaa kuvakehystä kohden. 180 astetta, eli puolikas kiekko kuvastaakin siis noin puolet nopeampaa suljinaikaa eli $1/48$ sekuntia verrattuna 24 kuvan kuvanopeuteen, joka on yleisin määritelmä suljinajan ja kuvanopeuden suhteuttamiseen, kun tavoitellaan elokuvamaista videokuva. (RED, n.d.)

Kuva 13. 24 kuvaa per sekunnin suljinkulman havainnekuva (McGregor, 2015).



2.6 Valkotasapaino

Valkotasapaino on kameralla määriteltävä, valoherkkyyden kontrollointiin tarkoitettu ominaisuus. Valkotasapainolla on tarkoitus määrittää väriherkkyys ympärillä vallitsevan valonsävyyn mukaisesti. Valolla on useita eri sävyjä, jotka voivat olla joko vertauksena keskipäivän ”viileä” luonnonvalo, tai lampun sekä muiden keinovalaisimien ”lämmiin” valonsävy. Määrittämällä kameran valkotasapaino onnistuneesti voidaan saavuttaa hyvin samankaltainen, ihmissilmän luonnostaan muodostaman valonsävyyn tasapaino.

Valkotasapainolla voidaan myös tarkoituksellisesti määritellä videoon poikkeaviakin valonsävyyn tasapainoja. Varsinaista valonsävyä mitataan Kelvinin asteikolla, jonka matemaatikko ja fyysikko William Kelvin oli kehittänyt. (Fairclough, 2019) Kelvinin lämpötila-asteikko alkaa absoluuttisesta nolapistestä, joka on 0 Kelviniä ja -273.15 Celsiusastetta. (Ljubisavljević, 2017). Värilämpötilamalli perustuu teoreettisen, standardisoidun mustan kappaleen (eng. black body radiator) lämpötilan ja sen säteilemän valon energian jakautumisen suhteeseen sitä mukaan, kun mustan kappaleen lämpötila muuttuu. Tätä suhdetta mitataan Kelvinin asteikolla. Niin kutsuttua mustaa kappaletta ei oikeasti ole olemassa, mutta monet materiaalit kuitenkin käyttäytyvät teoreettisen mustan kappaleen mukaisesti (Kuva 14). (Abramowitz & Davidson, n.d.)

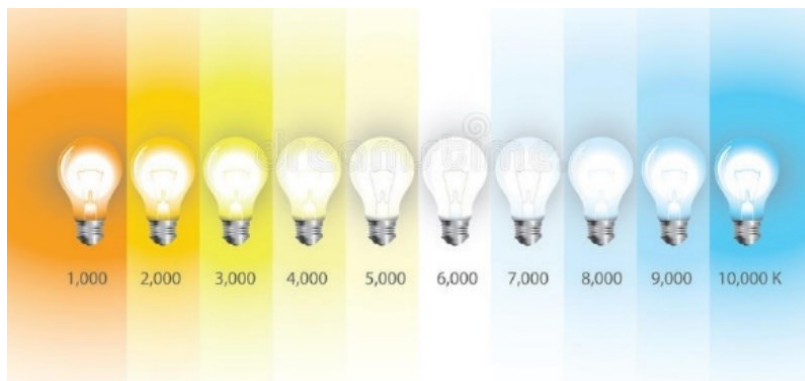
Kuva 14. Metallinen ruukku mustan kappaleen referenssimallina (Abramowitz & Davidson, n.d.).



Jokainen kappale päästää elektromagneettista säteilyä, kappaleen lämpötilan mukaisesti. Jo mainittu musta kappale onkin siis teoriassa täydellisesti siihen kohdistuvaa valoa varastoiva kappale, joka ei päästä elektromagneettista säteilyä. Koska valo ei pääse kappaleesta pois, kappaleella ei ole väriä, jolloin se on musta. Mustan kappaleen nimi on määritelty tämän mukaan.

Jos kappaleen väri on punainen, sen arvo Kelvinin asteikolla on muutaman tuhatta yksikköä. Kun Kelvinin asteikolla yksikköluku nousee, sitä viileämmän sävyinen väri kappaleella on. Vertauksena punaiseen värisävyyn, sininen värisävy Kelvinin asteikolla on noin 10 000 yksikköä (Kuva 15, s. 18). Jos lämpötilaan reagoivaa kappaletta, kuten esimerkiksi metallia kuumennetaan tasaisesti, sen värisävy muuttuu ensin kohoavan lämpötilan seurauksena punaiseksi, sitten valkoiseksi ja lopulta siniseksi, kuten Kelvin asteikon sävyjen mukaisesti.

Kuva 15. Kelvinin asteikko (Ljubisavljević, 2017).



Jos kameran valkotasapainomääritys määritetään automaattisesti, voi esimerkiksi kynttilän tai hehkulampun valossa kuvattu video näyttää sävyltään keltaiselta, koska mainitut valonlähteet päästävät Kelvinin asteikkoa referoiden keltaisen sävyistä valoa. Sinisen sävy videokuvaan saattaa muodostua valkoisista valoa päästävistä kappaleista, kuten lumesta, paperista tai pilvistä. Tämä on erityisesti mahdollista silloin, kun kameran valkotasapainomääritys on automaattiasetuksella. Sininen sävy ei kuitenkaan johdu siitä, että mainitut esimerkkimateriaalit olisi kuumennettu tässä tapauksessa lähemmäs 10 000 Kelvinin yksikköä kuten metallisen kappaleen kuumennuksessa, vaan siitä, että Kelvinin asteikolla sininen lämpötila vastaa näin korkealle kuumennettua, teoreettisen mustan kappaleen lämpötilaa.

Video- ja valokuvauskäytössä hyvä perusmuistisääntö valkotasapainon manuaalimääritykselle on se, että mitä korkeampi Kelvin-arvo, sitä viileämpi värisävy. (Ljubisavljević, 2017)

3 Toiminnallisen osion teoria

Tämän opinnäytetyön toiminnallisessa osuudessa vertaillaan kolmea eri kameramallia, jotka on valittu vertailuun niiden toisistaan poikkeavien ominaisuuksien sekä hintaluokitusten perusteella (Kuva 16, s. 20). Kameravertailujen ideana on saada selville eroavaisuuksia eri hintaluokkien ja eri ominaisuuksia omaavien kameroiden välillä, jotta lukijalle muodostuisi käytännön hahmotus siitä, miten merkitsevässä roolissa kameravalinnat ja kameratekniikka on esimerkiksi web-kameran välityksellä käytävien online-tapaamisten tai muun web-kameralla luodun videomateriaalin kuvaamisessa. Vertailuissa ilmeneviä asioita pyritään

myös tulkitsemaan siten, että ne tulevat teoriaosiossa käydyissä aiheissa esille ja niihin pystytään täten viittaamaan. Vertailussa otetaan huomioon se, että kaikki kamerat ovat hinnaltaan kuluttajaystävällisiä, jolloin kamerasankinta ei ole liian suuren hintakynnyksen takana. Huomionarvoista on kuitenkin myös se, että esimerkiksi Blackmagic Designin kamerasanku vaatii erillisen irrotettavan objektiivin, joka voi muuttaa kokonaisankintahintaa merkittävästi.

Kameroiden ominaisuuksia hyödynnetään yksilöllisesti, eli jos manuaalisesti säädettäviä asetuksia on mahdollista käyttää, niitä käytetään. Kaikki videomateriaali vertailtujen kameroiden välillä on nauhoitettu samantlaisissa olosuhteissa, jotta vertailu olisi yhdenvertainen kaikkien kameramallien välillä. Ympäristön valaistus oli tyypillinen aurinkoisen päivän valaistus, jossa huone oli valaistu ulkoa tulevalla luonnonvalolla.

Kaikkia vertailussa käytettyjä kameroita yhdistäviä tekijöitä ovat:

- Web-kamerakäyttöön tarkoitettu laite
- Hankintahinta soveltuva keskivertokuluttajalle
- Helppokäyttöisyys tai helposti lähestyttävä käytettävyys
- Videomateriaali web-käyttöön soveltuvaa progressiivista formaattia.

Toisistaan poikkeavat ominaisuudet tulevat ilmi, kun kameroita vertaillaan yksilöllisesti.

Kuva 16. Kaikki kolme vertailussa käytettyä kuvauslaitetta ja Blackmagicin kamerarunkoon soveltuva objektiivi.



3.1 Laitteet

Toiminnallisessa osiossa kuvaislaitteiden toisistaan poikkeavuus oli ratkaisevassa roolissa lopputuloksen osalta. Kaikkien kolmen eri kameratoteutusten rakenne poikkeaa toisistaan tarkoituksen mukaisesti merkittävästi, mutta kuitenkin sillä periaatteella, että ne ovat potentiaalisia vaihtoehtoja toiminnallisessa osiossa esiintyviin videokuvausolosuhteisiin.

3.1.1 MacBook Air (13-inch, 2017)

MacBook Air -kannettavan kameratoteutus on fyysiseltä kooltaan pienin sekä ominaisuuksiltaan tämän kameravertailun rajoitetuin, jonka myötä oletusarvoisesti heikoiten suoriutuva kamera (Kuva 17, s. 21). Applen julkaisemien tietojen mukaan kamera on 720p resoluutioon kykenevä FaceTime HD kamera, eikä muita tarkempia tietoja kamerasta ole Applen toimesta julkaistu. Kameran ominaisuudet ovat melko tyypistettyjä Applen omassa MacOS -käyttöjärjestelmässä, jossa käytännössä mitään manuaaliasetuksia videokuvausta

varten ei ole käyttäjän toimesta valittavissa. Videokuvaus tapahtuu Applen oman Photo Booth -ohjelman kautta yksinkertaistettuna videokuvausnappia painamalla.

Hintavertailun osalta tietokoneeseen integroitua web-kameraa on vaikea arvostella kahden muun kameran kanssa, sillä koko tietokoneen hankintahinta perustuu yksityishenkilöiden jälleenmyyntihintoihin. Tämä johtuu siitä, että tämän vuosimallin tietokonetta ei enää valmisteta tai myydä kaupoissa.

Kuva 17. MacBook Air -kannettavan sisäänrakennettu web-kamera.



3.1.2 Obsoft Tiny AI-Powered PTZ web-kamera

Obsoft Tiny web-kamera on ominaisuuksiltaan jonkun verran kattavampi kuin MacBook Airin integroitu web-kamera, mutta suppeampi kuin vertailun kolmas, Blackmagic Designin kameramalli (Kuva 18, s. 22). Obsoft Tinyn kamerasensorin koko on 1/28", eli keskimäärin älypuhelimien kamerasensorin kokoinen. Kamera kykenee kuvaamaan MJPEG pakkausformaatilla enintään 30 kuvaa sekunnissa 1080p resoluutiolla. Kamerassa on myös lisäominaisuutena kaksi akselinen Gimbal -kuvanvakaaja.

Web-kameran videokuvausominaisuuksien määrittely tapahtui OBS-sovelluksen kautta, jossa kuvanopeus ja resoluutio oli mahdollista valita. Videotallennus tapahtui myös OBS:n tallennusominaisuudella.

Obsoft Tinyn hankintahinta on kirjoitushetkellä 189 euroa.

Kuva 18. Obsoft Tiny web-kamera.



3.1.3 Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K

Blackmagic Designin Micro Studio Camera 4K livevuotantokamera on kolmesta eri kameramallista ominaisuuksiltaan kattavin sekä huomattavasti kalliimpi kuin Obsoft Tiny web-kamera tai käytetyn 13 tuumaisen MacBook Air 2017 -kannettavan hankintahinta (Kuva 19, s. 23). Blackmagic Designin kamerarungon hinta on kirjoitushetkellä noin 1400 euroa.

Kameran sensorikoko on MFT eli Micro Four Thirds kennon mukainen 13.056x7.344 millimetriä ja kameran optiikaksi soveltuvat kaikki MFT bajonetin objektiivit. Kuvauskäytössä tässä opinnäytetyössä oli Samyangin 16 millimetrin polttovälillä ja f/2.0 aukolla varustettu ED AS UMC CS -objektiivi.

Videokuvausominaisuudet ovat tässä kamerassa erinomaiset. Kamera kykenee videokuvaamaan 3840x2160 pikselin resoluutiolla enintään 30 kuvaa sekunnissa ja 1920x1080 pikselin resoluutiolla enintään 60 kuvaa sekunnissa. Kamerassa on videon ulos- ja sisääntulomahdollisuuksina 6 gigabitin SDI liittimet, jotka mahdollistavat 10-bittisen värisyvyyden ja 4:2:2 kromin alinäytteen.

Obsoft Tinyn mukaisesti Blackmagic Designin videokuvaustoiminto vaati OBS-ohjelmiston videokuvan tallentamista varten, mutta kamerassa oli oma käyttöliittymä yksityiskohtaisille sensorin manuaaliasetuksille. Myös Samyangin MFT objektiivissa oli sitä yksilöivät asetusmahdollisuudet.

Kuva 19. Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K ja Samyang ED AS UMC CS.



4 Toiminnallisen osion toteutus

Toiminnallisen osion toteutuksessa jokaisella kolmella kameralla kuvattiin lyhyehkö video, jossa kussakin käytiin läpi, minkälaisilla asetuksilla videomateriaali on kuvattu. Jos tietyistä asetuksista tai ominaisuuksista ei ollut manuaalista säätövaihtoehtoa, ilmoitettiin laitteen automaattisesti määrittämä asetus. Jos automaattisia asetuksia ei ollut selvitettävissä, ei tiettyä asetuksen arvoa voitu ilmoittaa. Videokuvan resoluutio laitteiden välillä vaihteli MacBook Air -kameran Face Time HD videon 1080x720p ja kahden muun laitteen 1920x1080p resoluution välillä. MacBook ja Obsoft Tiny tallensivat videomateriaalia 30 kuvakehyksen nopeudella, kuntaan Blackmagic Designin Micro Studio kamera manuaalisesti määritetyn 60 kuvakehyksen nopeudella. Jokaisella laitteella tallennetusta videosta on myös parade -skoopilla tallennettu kuvankaappaus, jossa erottuu videoiden RGB-tasapaino. Kaikki videot ovat tarvittaessa muunnettu VLC mediasoittimella H.264/MP4 muotoon, jotta ne

olisivat pakkaukseltaan ja tiedostomuodoltaan samanlaisia ja DaVinci Resolve, josta parade-skoopin kuvankaappaus on tallennettu, hyväksyisi videotiedostot.

4.1 MacBook Air integroitu web-kamera ja havainnot

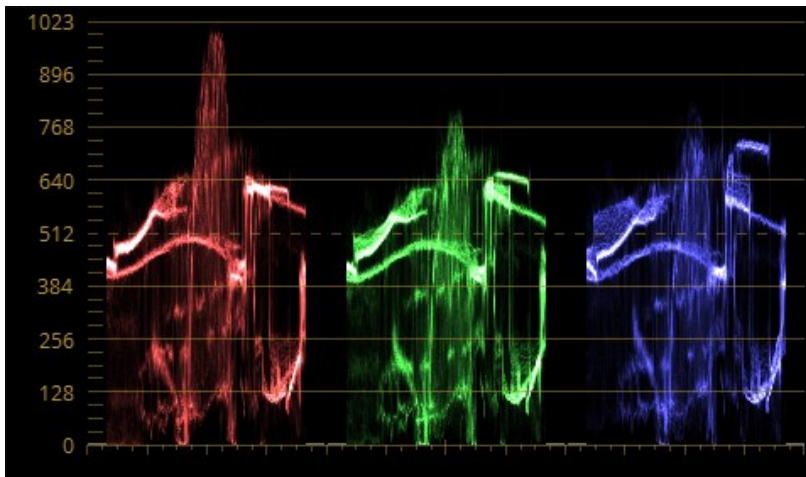
MacBook Air -tietokoneen Face Time HD -kamerassa ei ole manuaalisia videokuvausasetuksia. Integroidun web-kameran toiminnot ovat automaattisia tai kiinteästi määritettyjä, eli hyvänä puolena voidaan todeta, että käytettävyys on helpoin mahdollinen, mutta toisaalta videokuvan laatu kokonaisuudessaan voi kärsiä niin manuaalisten toimintojen puuttumisesta sekä web-kameran fyysisen rakenteen johdosta. Videokuvaus tapahtui MacBookin PhotoBooth ohjelmalla, joka ei myöskään ilmoita minkäänlaisia videokuvausasetuksia, ja videokuvauksen aloitus tapahtuu tallennusnappia painamalla.

MacBook tallentaa videotiedoston .MOV muotoon, joten tiedosto on muunnettu VLC media playerilla muotoon H.264/MP4, jolloin se vastaa kahden muun videon pakkausta ja tiedostomuotoa. VLC media player ilmoitti Face Time HD -videon resoluutioksi 1080x720 pikseliä ja kuvanopeudeksi 30 kuvaa sekunnissa.

MacBook Airilla tallennettu videomateriaali on yleiskatsaukseltaan varsin keskinkertaista, jopa melko vaatimatonta laatua. H.264/MP4 muunnatussa videossa korkean ISO-arvon aiheuttama tummien alueinen kohina ei erotu yhtä selkeästi, kuin alkuperäisessä .MOV tiedostossa. Video on melko epäterävää ja nopeissa liikkeissä voi tulkita, että se voisi johtua osittain hitaasta suljinajasta. Suljinajan arvoa ei kuitenkaan pystynyt itse määrittämään, eikä VLC mediasoitin sitä myöskään ilmoittanut. Ottaen huomioon, että video on kuvattu tyypillisessä päivänvalolla valotetussa tilassa, voi videon laatu heikentyä vielä huomattavasti, mitä hämäämpi valaistus on käytössä. Tällöin ISO-arvo kasvaa ja erottuva videokuvan kohina voimistuu, sekä suljinaika mahdollisesti laskee kiinteän valoaukon seurauksena.

MacBookilla tallennetun alkuperäisen .MOV tiedoston parade skooppi kertoo, kuinka myös silmin erottuva valkotasapaino on asettunut automaattisesti videolla lämpimämmälle puolelle, jolloin Kelvinin asteikolla mentäisiin valkoista valoa pienempään lukemaan. Paradessa punaisen käyrän korkeus verrattuna vihreään tai siniseen käyrään ilmaisee, miten hallitseva sävy on ja kuinka paljon se on pois tasapainosta (Kuva 20, s. 25).

Kuva 20. MacBook Air alkuperäistiedoston parade.



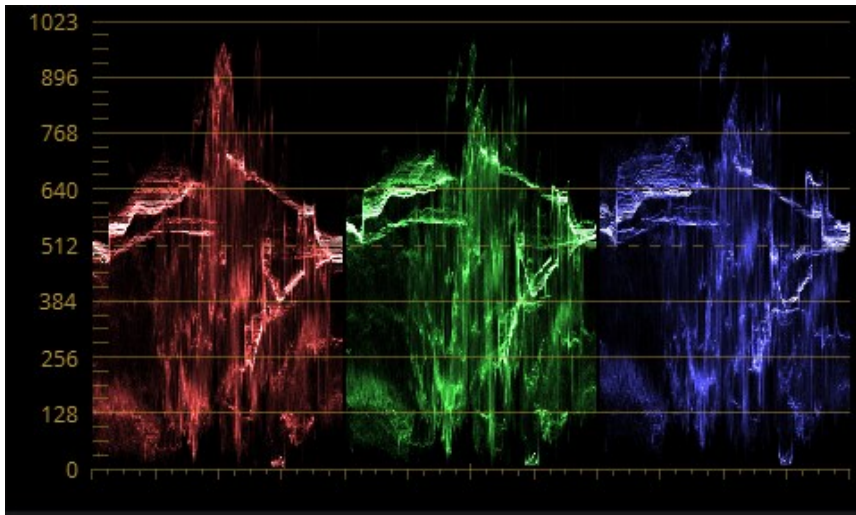
4.2 Obsoft Tiny web-kamera ja havainnot

Obsoft Tinyn videotallennusasetuksia hallinnoitiin täysin OBS-ohjelman kautta, eli itse kamerassa ei ole mitään fyysisiä asetuspainikkeita. OBS-ohjelman avulla pystyttiin muokkaamaan muun muassa videon resoluutiota ja kuvanopeutta. Videomateriaali on tallennettu 1920x1080p resoluutiolla ja 30 kuvan kehysnopeudella. Muut asetukset pysyivät automaattisina, sillä MacBook Air -kannettavan tavoin suljinaikaa, ISO-arvoa tai aukon kokoa ei Obsoft Tiny kamerassa pysty manuaalisesti valitsemaan.

Videotiedosto on tallennettu OBS-ohjelman kautta H.264 pakkauksella MP4 tiedostomuotoon. Obsoft Tiny web-kameran videomateriaali on valotukseltaan varsin onnistunut, eikä häiritsevää ylivalottuneisuutta ole missään kohdassa videota havaittavissa. Videokuvan terävyys on kokonaisuudessaan hyvä, joskin melko keskinkertainen. Kameran pienen linssin polttoväli on melko lyhyt, jolloin varsin laaja kuva-alue tallentuu kerralla videolle. Tämän johdosta myös pientä kalansilmäefektiä, eli kuvan vääristymistä kuvakehyksen reunoilla on huomattavissa, muun muassa käden liikkeissä. Käsien liike videolla on kuitenkin melko puhdasta, eli automaattinen suljinaika videossa on pysynyt tarpeeksi korkealla eikä liikementumaa tällöin pääse syntymään. Kennoherkkyys on pysynyt sopivalla automaattiasetuksella, sillä selkeästi erottuvaa kohinaa edes tummissa alueissa ei ole juurikaan havaittavissa. Syvyysterävyyttä ei myöskään ole erityisesti havaittavissa, sillä kameran sensori on varsin pieni ja linssin polttoväli lyhyt, jolloin tarkkaa

tarkennusalueita on vaikea erottaa. Värit ovat web-kameravideoksi hyvät, eivät liian räväkät mutta ei myöskään liian haaleat. Valkotasapaino on videossa hieman lämpimän puolelle, mutta selkeästi tasapainoisempi kuin MacBook Airissa. Valkotasapainon eroavaisuuden MacBookin videomateriaaliin verrattuna pystyykin siis tunnistamaan niin silmillä kuin parade-skoopilla. (Kuva 21).

Kuva 21. Obsoft Tiny web-kameran videotiedoston parade.



4.3 Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K ja havainnot

Kuten Obsoft Tiny web-kameraa, myös Blackmagic Designin Micro Studio kameraa hallinnoitiin OBS-ohjelman kautta, mutta joitakin asetuksia on säädetty kameran oman ohjelmiston kautta säädettävillä asetuksilla. Nimensämukaisesti Micro Studio kamera on 4K videotallennuskykyinen, mutta nauhoitus on silti toteutettu OBS-ohjelman kautta säädetyllä 1920x1080p resoluutiolla tyypillisistä web-tapaamis käyttötilannetta mukaillen. Kuvanopeus on 60 kuvaa sekunnissa. Videotallennustiedoston muoto oli .mkv, mutta se on VLC mediasoittimella muunnettu H.264 pakkauksella .MP4 tiedostomuotoon. Kamerassa käytetyn Samyangin aukko on manuaalisesti määritetty arvoon f/2.0. Tämä aukko on tarkoituksellisesti valittu muodostamaan erottuvaa syvyyserävyttä videolle. Melko suuren aukkokoon, sekä tilassa vallinneen tarpeeksi kirkkaan valaistuksen johdosta kameran suljinaika on asetettu automaattiseksi, sillä 180 asteen sääntöä noudattamalla suljinaika 1/120s olisi ollut liian hidas ja videoon olisi muodostunut ylivalottuneita kohtia. Kennoherkkyyssarvo ei ollut manuaalisesti säädettävissä, joten se oli automaattinen.

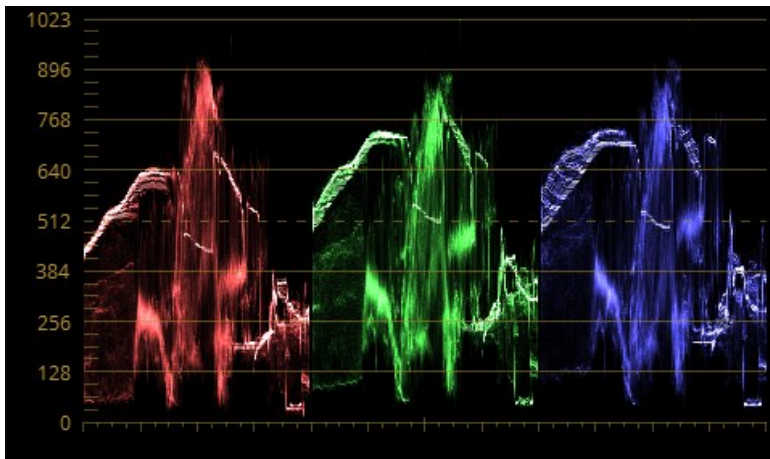
Valkotasapaino, joka on kameran ominaisuuksissa manuaalisesti säädettävissä, on asetettu arvoon 4800 Kelviniä.

Blackmagic Designin kameran kohdalla yleinen videokuvan laatu on merkittävästi parempi kuin MacBook Airin Face Time HD -tai Obsoftin Tiny web-kamerassa. Micro Studio kameran MFT (Micro Four Thirds) sensori on huomattavasti suurempi ja Samyangin objektiivin aukko hyvin valovoimainen, jolloin selkeä syvyysterävyuden muodostuminen on helppo erottaa; kuvattava kohde on tarkka, mutta tausta sumea. Automaattinen suljinaika ja kennoherkkyys ovat asettuneet siten, ettei ylivalottuneita kohtia pääse videolle muodostumaan eikä selkeästi erottuvaa kohinaa muodostu tummillekaan alueille. Suljinaika vaikuttaa kuitenkin käden nopean liikkeen nykivyyteen, jolloin liike on liian terävää. Tämä johtuu hieman liian korkeasta suljinajan arvosta, jonka sopiva arvo olisi ollut 180 asteen sääntöä noudattaen 1/120s.

Kamerassa käytetyn objektiivin kiinteä 16 millimetrin polttoväli muodostaa MFT sensorin kanssa sopusuhtaisen laajakuvan, jossa ei esiinny kuvakehyksien reunoilla minkäänlaista vääristymää, esimerkiksi kättä liikuttaessa.

Manuaalinen valkotasapaino on videolla onnistunut, mutta hieman korkeammalla Kelvin arvolla ja mikäli mahdollista, manuaalisesti vihreän sävyn gamma-arvoa laskemalla, se olisi ollut vielä parempi. Video on sävyltään hieman lämpimämmän puoleinen ja lievästi vihertävä. Tämän erottaa silmällä, sekä parade-skoopilla RGB tasapainoa tutkimalla (Kuva 22, s. 28). Parade kuvassa vihreän käyrän alaosa on hieman korkeammalla kuin siniseen ja punaisen käyrän pohjat, jonka seurauksena lievä vihreä vivahde videolle syntyy. Värit ovat videossa kokonaisuudessaan kuitenkin hyvät.

Kuva 22. Blackmagic Design Micro Studio Camera 4K videotiedoston parade.



5 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten kameravalinnoilla ja kameran asetuksilla voidaan vaikuttaa web-kameroiden tuottamaan videokuvan laatuun positiivisesti. Toiminnallisessa osiossa on hyödynnetty web-kameroita eri laatuportaista ja tämä antaa hyvän käytännön käsityksen niiden toiminnasta ja lopullisen videokuvan laadusta. Tietoperustan pohjalta ja sitä tukemaan laadittu toiminnallinen osio osoitti, että kamera, objektiivi ja asetusvalinnoilla on suuri merkitys siihen, millaista videomateriaalia web-kameralla pystytään tuottamaan. Pienikokoiset laitteet, kuten kannettavaan tietokoneeseen integroitu tai ominaisuuksiltaan hyvin rajattu erillinen web-kamera on helppokäyttöinen, mutta lopullinen kuvanlaatu ei ole yhtä hyvää kuin oikein hyödynnetyssä, ominaisuuksiltaan kattavammassa ja suuremmassa kameraratkaisussa.

Tulosten luotettavuus perustuu tietoperustaan ja toiminnallisessa osiossa ilmenneisiin tekijöihin, joiden perusteella luotettava kokonaisuus on muodostunut. Toiminnallisessa osiossa analysoidut tulokset ovat rinnastettavissa tietoperustan tutkimukseen, jolloin tieteellinen perusta ja oma henkilökohtainen tuntemus aihepiiristä kohtasivat. Tuloksiin on suhtauduttu kriittisesti ja toiminnallisessa osiossa havaitut tulokset ovat perusteltuja tietoperustan pohjalta.

Opinnäytetyössä ilmenneet toiminnallisen osion tulokset ja tietoperusta hyödyttävät lukijaa antamalla käsityksen kameratekniikan merkityksestä videotuotannossa ilman, että aiheesta

vaaditaan entuudestaan suurta tietämystä. Toiminnallisen osion toteutusta sekä tietoperustaa voidaan soveltaa käytännössä paremman web-kameran videokuvanlaadun tavoittelemisessa kamera- ja asetusvalintojen pohjalta.

Lähteet

- Abramowitz, M. & Davidson, M. W. (n.d.). *Color Temperature*. Olympus.
<https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/lightandcolor/colortemp/>
- Aldred, J. (4.7.2017). *A visual approach to the inverse square law and how it affects photographers*. DIY Photography. <https://www.diyphotography.net/visual-approach-inverse-square-law-affects-photographers/>
- Bailey, M. (12.4.2008). *Depth-of-Field Explained*. Martin Bailey Photography.
<https://martinbaileyphotography.com/2008/04/12/podcast-132-depth-of-field-explained/>
- Brown, M. (11.10.2018). *Mechanical vs electronic shutters*. Photo Review.
<https://www.photoreview.com.au/tips/shooting/mechanical-vs-electronic-shutters/>
- Cambridge in Colour. (n.d.). *Digital camera sensors*.
<https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-sensors.htm>
- Crisp, S. (21.3.2013). *Camera sensor size: Why does it matter and exactly how big are they?*. New Atlas. <https://newatlas.com/camera-sensor-size-guide/26684/>
- Dawson, R. (3.10.2020). *Two 180s of filmmaking - 180 degree line & shutter angle*. Film Riot.
<https://www.filmriot.com/blog/the-180-degree-line-and-shutter/>
- Devo, J. (31.7.2017). *How shutter speed works when shooting video*. The Video Mode. Haettu 12.6.2021 osoitteesta <http://www.thevideomode.com/tuition/how-shutter-speeds-work-when-shooting-video-263/>
- ExpertPhotography. (n.d.). *How to Understand Aperture in Photography*.
<https://expertphotography.com/how-to-understand-aperture-5-simple-steps/>
- Fairclough, S. (17.4.2019). *How to set your camera's white balance for video shoots*. Camera Jabber. <https://camerajabber.com/how-to-set-your-cameras-white-balance-for-video-shoots/>
- Ferster, B. (27.5.2017). *Digital Video 101: Understanding How Digital Video Works*. eLearning Industry. <https://elearningindustry.com/how-digital-video-works-digital-video-101>
- Golowczynski, M. (23.6.2016). *Digital camera sensors explained*. What Digital Camera.
<https://www.whatdigitalcamera.com/technical-guides/technology-guides/sensors-explained-11457>

- Harmsen, N. (8.12.2018). *Understanding How Sensor Size Affects Depth of Field*. Fstoppers. <https://fstoppers.com/education/understanding-how-sensor-size-affects-depth-field-312599>
- Kovalcik, V. (26.11.2020). *Mechanical vs. electronic shutter: what are the differences and which one should you use?* Learn Photography. <https://learn.zoner.com/mechanical-vs-electronic-shutter-what-are-the-differences-and-which-one-should-you-use/>
- Kun, A. (n.d.). *Understanding Resolution in Digital Photography*. Exposure Guide. <https://www.exposureguide.com/resolution/>
- Ljubisavljević, M. (13.11.2017). *Physics and photography - white balance*. Dreamstime. <https://www.dreamstime.com/blog/physics-photography-white-balance-47660>
- Mansurov, N. (6.8.2018). *Camera Resolution Explained*. Photography Life. <https://photographylife.com/camera-resolution-explained>
- Mansurov, N. (14.8.2019). *What is ISO? The Complete Guide for Beginners*. Photography Life. <https://photographylife.com/what-is-iso-in-photography>
- Mansurov, N. (25.2.2020). *What is Crop Factor?* Photography Life. <https://photographylife.com/what-is-crop-factor>
- Mansurov, N. (2.4.2021). *Introduction to Shutter Speed in Photography*. Photography Life. <https://photographylife.com/what-is-shutter-speed-in-photography>
- McGregor, L. (5.11.2015). *Shutter Speed and Shutter Angle Explained*. IndieTips <https://indietips.com/shutter-speed-and-shutter-angle-explained/>
- Meredith Fontana. (n.d.). *The Landscape Photographer's Complete Guide to f-stop, Aperture, and Depth of Field*. <https://www.meredithfontana.com/post/aperture-and-depth-of-field-guide>
- Oosterhoff, D. (28.4.2015). *Does Size Matter? New Image Sensors Bring More Pixels, More Problems*. envatotuts+. <https://photography.tutsplus.com/articles/does-size-matter-new-image-sensors-bring-more-pixels-more-problems--cms-23898>
- Panic, M. (3.7.2020). *How to Choose the Correct ISO Setting for Your Shot*. Light Stalking. <https://www.lightstalking.com/iso/>
- Raiber, C. (2.2.2021). *Whats is ISO in digital photography*. Modula. <https://wp-modula.com/what-is-iso-in-photography/>
- RED. (n.d.). *Shutter angles & creative control*. <https://www.red.com/red-101/shutter-angle-tutorial>

Vorenkamp, T. (n.d.). *Understanding Exposure, Part 4: ISO*. B&H Photo Video.

<https://www.bhphotovideo.com/explora/photography/tips-and-solutions/understanding-exposure-part-4-iso>

What Digital Camera. (25.1.2015). *Bayer filter: What is it and how does it work?*

https://www.whatdigitalcamera.com/technology_guides/bayer-filter-work-60461