



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Tomi Pohja

Linnunradan valokuvaaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintätekniikka

Insinöörityö

3.5.2019

Tekijä Otsikko	Tomi Pohja Linnunradan valokuvaaminen
Sivumäärä Aika	44 sivua + 1 liite 3.5.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tieto- ja viestintäteknikka
Ammatillinen pääaine	Mediateknikka
Ohjaaja	Lehtori Toni Spännäri
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli perehtyä Linnunradan valokuvaamiseen ja tuottaa yksityiskohtainen ohjeistus Linnunradan valokuvaamisesta kiinnostuneille. Insinööriyössä yhdistyi teoreettinen osuus, käytännön ohjeistus ja omakohtainen käytännön toteutus. Työssä perehdyttiin lyhyesti myös valokuvien julkaisemiseen ja myymiseen. Näin ollen ohjeistus kattaa koko prosessin sopivan kaluston valitsemisesta valmiiden valokuvien julkaisemiseen ja myymiseen.</p> <p>Valokuvaajan kannalta teorian ymmärtäminen on oleellista, sillä monissa kirjallisissa ja verkkolähteissä käydään läpi ainoastaan käytäntöä, jolloin teorian osaaminen saattaa jäädä kevyeksi. Teorian avulla osaamista ja tietämystä on helpompi soveltaa myös käytännössä, jolloin on mahdollista päästä vielä laadukkaampaan lopputulokseen. On oleellista ymmärtää kameroiden ja objektiivien eroavaisuuksia ja tietää, milloin ja missä Linnunrata näkyy parhaiten. Oikein valitun kaluston ja kuvauspaikan lisäksi valokuvaajan on tärkeää tietää kameran asetusten vaikutus kuvaan ja osata arvioida, millaisia asetuksia haluttu kuva edellyttää.</p> <p>Insinööriyössä haastateltiin kotimaan luonto- ja maisemakuvaajien piireissä tunnettuja valokuvaajia ja yhtä ulkomaalaista valokuvaajaa. Kaikilla haastateltavilla on omakohtaista kokemusta Linnunradan valokuvaamisesta. Haastateltavien vastauksissa ilmeni paljon yhteneväisyyksiä, mikä vahvistaa tulosten luotettavuutta. Muiden lähteiden ohella haastateltavien vastaukset toimivat arvokkaina lähteinä insinööriyössä.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena syntyi sekä teoriaan että käytäntöön painottuva ohjeistus Linnunradan valokuvaamisesta. Haastateltavien vastauksista ilmeni, että Linnunradan kuvaamisen koetaan nostaneen heidän arvoaan valokuvaajana. Haastateltavat pitivät tätä tärkeänä osaamisena, joka on vienyt heitä eteenpäin uralla. Toisin sanoen Linnunradan valokuvaamista pidetään vaikeana, mutta arvokkaana taitona, jonka vain harvat valokuvaajat hallitsevat.</p>	
Avainsanat	Linnunrata, valokuvaus, yökuvaus, järjestelmäkamera

Author Title	Tomi Pohja Photographing Milky Way
Number of Pages Date	44 pages + 1 appendix 3 May 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communications Technology
Professional Major	Media Technology
Instructor	Toni Spännäri, Senior Lecturer
<p>The purpose of the thesis was to study photographing Milky Way and create a detailed guide to anyone interested in photographing Milky Way. The thesis is based both on theory and practice. There is also a chapter about publishing and selling images. As a result, the thesis covers the whole process from selecting the right gear to publishing and selling Milky Way images.</p> <p>From the viewpoint of a photographer, it is important to understand the theory of photography as many articles only cover the practical part. Consequently, understanding theory might be left short. With theoretical insight it is easier to apply knowledge into practice and achieve better images.</p> <p>The thesis also includes the interviews of multiple national nature and landscape photographers and one foreign photographer. All interviewees have experience of photographing Milky Way. A lot of similarities were found in the answers which makes the results more reliable. In addition to other sources, results from the interviews played an important role in writing the thesis.</p> <p>In conclusion this thesis is a detailed guide about photographing Milky Way that is based on both theory and practice. The interviews also revealed that photographing Milky Way is considered to increase one's worth as a photographer. All the interviewees considered it as a valuable skill that has taken them forward in their career. All in all photographing Milky Way is not easy but it is considered as a valuable skill that only a few photographers can handle.</p>	
Keywords	Milky Way, photography, night photography, DSLR

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kuvauskalusto	2
2.1	Järjestelmäkameroiden toiminta ja asetukset	2
2.2	Järjestelmäkameroiden ominaisuudet	9
2.3	Linnunradan kuvaamiseen vaadittava kalusto	12
3	Linnunradan kuvaaminen	16
3.1	Linnunradan näkyminen Suomessa	16
3.2	Pakkauslista	20
3.3	Kameran asetukset	21
3.4	Kuvaustekniikka ja luovuus	26
4	Kuvien jälkikäsittely	30
5	Kuvien julkaiseminen ja myyminen	35
6	Yhteenveto	38
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	

Lyhenteet

APS-C	Advanced Photo System type-C. Kameroiden kennojen luokitus.
CCD	Charged Coupled Device. Kennotyyppi digitaalikameroissa.
DOF	Depth of field. Syväterävyys.
EV	Exposure Value. Valotusarvo, joka kuvaa vallitsevan valaistuksen voimakkuutta.
HSL	Hue Saturation Lightness. Värisävy, värikylläisyys ja kirkkaus.
ISO	International Organization of Standardization. Standardoitu yksikkö kameroiden kennojen herkkyden mittaamiseksi.
JPEG	Joint Photographic Experts Group. Standardoidun kuvaformaatin keksineen ryhmän nimi.
LCD	Liquid crystal display. Pienissä näytöissä käytetty tekniikka.

1 Johdanto

Linnunradan kuvaaminen, ja ylipäätään yöllä kuvaaminen, on yksi valokuvauksen haasteellisimmista muodoista, sillä valoa on todella vähän ja vaadittava kuvaustekniikka ja kalusto juuri tietynlaisia (Rantalainen 2017). Valokuvausta aloittelevan on hyvä harjoitella kameran käyttöä helpommissa olosuhteissa ennen Linnunradan kuvaamiseen siirtymistä.

Useimmat verkosta löytyvät artikkelit Linnunradan kuvaamisesta tarjoavat tiivistetyn oppaan kuvaamista aloitteleville, mutta harvassa käsitellään käytännön takaa löytyvää teoriaa. Tässä työssä perehdytään Linnunradan kuvaamiseen yksityiskohtaisemmin niin, että sisällöstä olisi hyötyä niin aloitteleville kuin kokeneimmillekin kuvaajille.

Olen harrastanut valokuvausta vuodesta 2016 lähtien. Muutamaa vuotta myöhemmin, vuodesta 2019 lähtien, on valokuvauksesta tullut ammattini. Tätä ennen olin kuvannut puhelimilla ja muilla pienillä digikameroilla omaksi ilokseni, mutta vasta vuonna 2016 ostin ensimmäisen järjestelmäkameran. Tuolloin halusin oikeasti oppia kuvaamaan ja tehdä valokuvaamisesta ammatin. Tämän takia myös valitsin pääaineeksi juuri media-tekniikan, joka on tarjonnut hyvän koulutuksen uravalinnan kannalta. Vaikka opintoihin on sisältynyt vain vähän itse valokuvaamista, on ymmärrykseni valokuvaajana toimimisesta syventynyt työharjoittelun ja erilaisten opiskeluprojektien myötä.

Vaikka teen insinööriyden eräänlaiseksi oppaaksi, haluan myös itse oppia ottamaan tarkkoja ja laadukkaita valokuvia Linnunradasta, joita voin ylpeänä julkaista ja myydä. Siksi valitsin juuri tämän aiheen. Oikeastaan voisi jopa todeta, että Linnunradan kuvaaminen on tällä hetkellä yksi unelmistani. Aloitin Linnunradan kuvaamisen vuonna 2018, jolloin kävin kuvaamassa Linnunrataa viisi kertaa. Koen jo näiden kokemusten perusteella oppineeni huomattavasti, koska en tiennyt yöllä kuvaamisesta ennen tätä lainkaan. Insinööriyden valmistuttua uskon oppineeni paljon uutta. Pidän tätä osaamista myös arvokkaana taitona, joka lisää omaa markkina-arvoani valokuvaajan uralla.

Haastattelin työn yhteydessä kotimaan kuvaajapiireissä tunnettuja suomalaisia luonto- ja maisemakuvaajia sekä yhtä ulkomaalaista, jotka kaikki harrastavat myös Linnunradan

kuvaamista. Haastatteluissa tuli esille paljon hyödyllistä tietoa, jota voi käyttää muiden lähteiden tukena insinööriyön kirjoittamisessa. Koen myös, että opin haastatteluiden kautta pieniä, mutta tärkeitä asioita, joita en olisi muista lähteistä löytänyt.

2 Kuvauskalusto

2.1 Järjestelmäkameroiden toiminta ja asetukset

Ennen kuvaustekniikoihin tai vaadittavaan kalustoon syventymistä on hyvä ymmärtää perusteet kameroiden toimintaperiaatteesta ja ominaisuuksista. Vaikka Linnunradan kuvaaminen on teoriassa mahdollista myös perinteisellä pokkariksi kutsutulla digitaalikameralla, tai jopa nykyaikaisella älypuhelimella, tarkastellaan tässä työssä järjestelmäkameralla kuvaamista. Teoria on kuitenkin sovellettavissa myös muihin kameroihin.

Digitaalikameroiden toiminta perustuu objektiivin läpi tulevan valon osumiseen kennolle, joka tallentaa jokaisen pikselin tiedot numerona mitattuaan ensin sen kirkkauden ja värin. Näistä pikselien tiedoista rakentuu numerojono, joka on nyt muistikortille tallentunut digitaalinen kuva. (Woodford 2006.) Tapahtumaketjuun liittyy kuitenkin myös paljon muuta, mikä vaikuttaa olennaisesti siihen, miltä valokuva lopulta näyttää.

Aloittelevalle kuvaajalle voi olla helpointa aloittaa valokuvaaminen käyttämällä kameran automaattiasetusta, jolloin kamera arvioi käyttäjän puolesta vaadittavan valotuksen ja säätää kuvaa varten asetukset sopiviksi. Näitä asetuksia ovat suljinaika, aukko ja ISO-arvo. Myös valkotasapaino ja muutamat muut asetukset vaikuttavat siihen, miltä kuva näyttää, mutta eivät valotukseen. (Saari 2012.)

Kuvaustilat

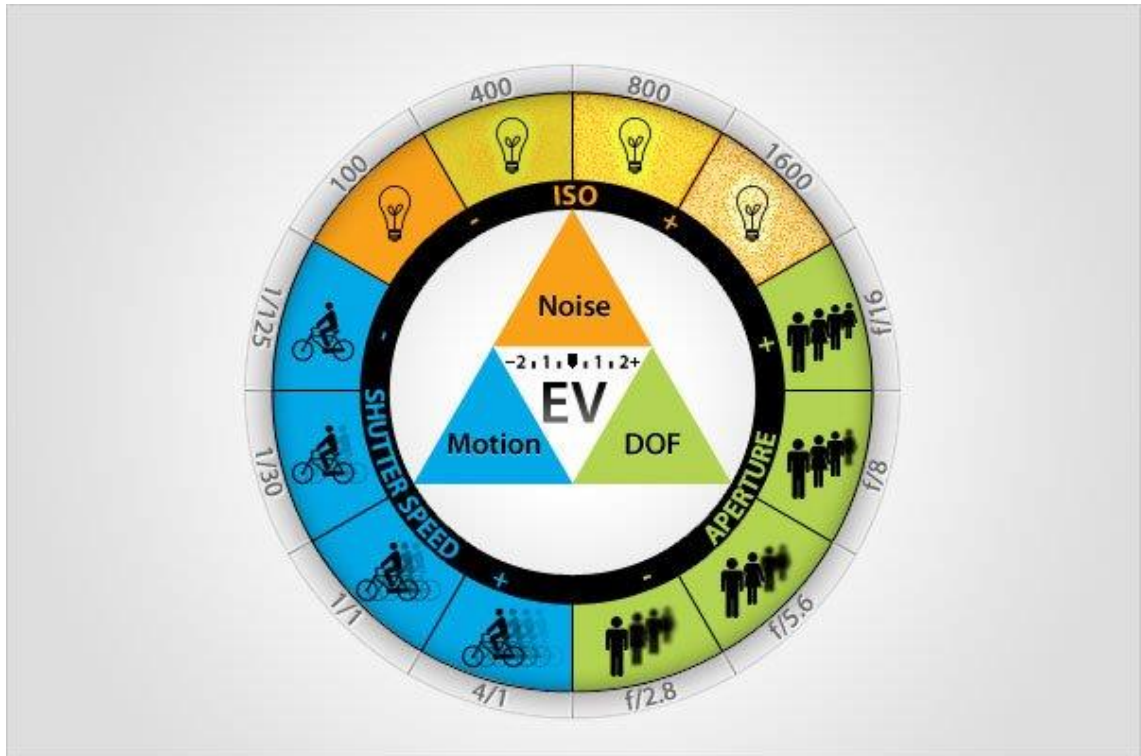
Kameroissa on kuitenkin eri kuvaustiloja, joilla voi valita, kuinka paljon asetukseen haluaa itse vaikuttaa. Näitä tiloja ovat AUTO, A (tai AV), P, S (tai TV), M ja B. AUTO-tila tarkoittaa nimensä mukaisesti automaattitilaa, jolloin kamera säätää kuvaajan puolesta kaikki asetukset arvioimalla kennolle tulevan valon. A (tai AV) eli aperture priority -tila puolestaan tarkoittaa tilaa, jossa kuvaaja valitsee itse käytettävän aukon, mutta jättää suljinajan

ja ISO-arvon säätämisen kameran automaatiikan varaan. P- eli program mode -tila on näistä erikoisin, sillä se saattaa vaihdella kameravalmistajan ja mallin mukaan todella paljon. Joissain se tarkoittaa automaattitilaa, joissain salaman ja valkotasapainoin manuaalista valintaa, kun taas joissain ISO-arvon ja tarkennuspisteen manuaalivalintaa. (Peterson.)

S- (tai TV) eli shutter priority -tila antaa kuvaajan valita sopivan suljinajan huolehtien itse kaikesta muusta. Tämä on hyödyllinen erityisesti silloin, kun on tarkoitus kuvata liikkuvaa kohdetta, sillä liikkuvan kohteen pysäyttäminen kuvaan vaatii nopeaa suljinaikaa. M- eli manual-tila tarkoittaa nimensä mukaisesti manuaalitilaa, jossa kuvaaja valitsee itse kaikki asetukset kuvaustilanteen mukaan. B- eli bulb-tila on muuten sama kuin manuaalitila, mutta mahdollistaa vielä pidemmät suljinajat, sillä yleensä M-tilassa suljinaika on rajoitettu enintään 30 sekuntiin. Tämä kuitenkin edellyttää laukaisijan painamista pohjassa koko halutun valotuksen ajan, minkä vuoksi lukittava etälaukaisija on hyvä apulaite bulb-tilalla kuvattaessa. (Peterson.) Linnunrataa kuvatessa automaattiasetus ei kuitenkaan toimi, vaan kuvaajan täytyy itse säätää asetukset sopiviksi vallitsevien olosuhteiden ja kameran ominaisuuksien perusteella (Mansurov). Näin ollen on tärkeää ymmärtää eri asetusten vaikutus siihen, miltä kuva näyttää.

Valotus

Suljinaika, aukko ja ISO-arvo yhdessä määrittävät kuvan valotuksen eli valotusarvon (EV), jonka tulisi olla aina mahdollisimman hyvin kohdallaan (kuva 1). Valotusta on josain määrin mahdollista korjata jälkikäsitelyssä, mutta jos kuva ylivalottuu eli jokin alue palaa puhki valkoiseksi, ei kenolle tallennu lainkaan yksityiskohtia kyseisestä alueesta. Vastaavasti jos kuva alivalottuu, ovat kuvan pimeimmät alueet niin mustia, ettei myöskään niihin tallennu lainkaan yksityiskohtia. (Saari 2012.)



Kuva 1. Valotus eli valotusarvo (EV) koostuu kolmesta eri asetuksesta: ISO-arvosta, aukosta ja suljinnopeudesta (Kun).

Valotusarvo eli EV-arvo kuvaa vallitsevan valaistuksen voimakkuutta. Kuvan 2 taulukossa tätä on havainnollistettu aukon ja suljinajan yhteydellä EV-arvoon, jossa pienempi luku tarkoittaa hämärää ympäristöä eli valovoimaisempaa EV-arvoa ja vastaavasti korkea EV-arvo kirkasta päivää ulkona. Näin ollen esimerkiksi suljinajan puolittuessa valotusarvo kasvaa yhdellä. (Kamerakoulu.)

Valotusajan ja aukon yhteys EV-arvoon										
	f/1.0	f/1.4	f/2	f/2.8	f/4	f/5.6	f/8	f/11	f/16	f/22
1 s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
½ s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¼ s	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1/8 s	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/15 s	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/30 s	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1/60 s	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1/125 s	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1/250 s	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1/500 s	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Kuva 2. Aukon ja suljinajan vaikutus EV-arvoon (Kamerakoulu).

Suljinaika

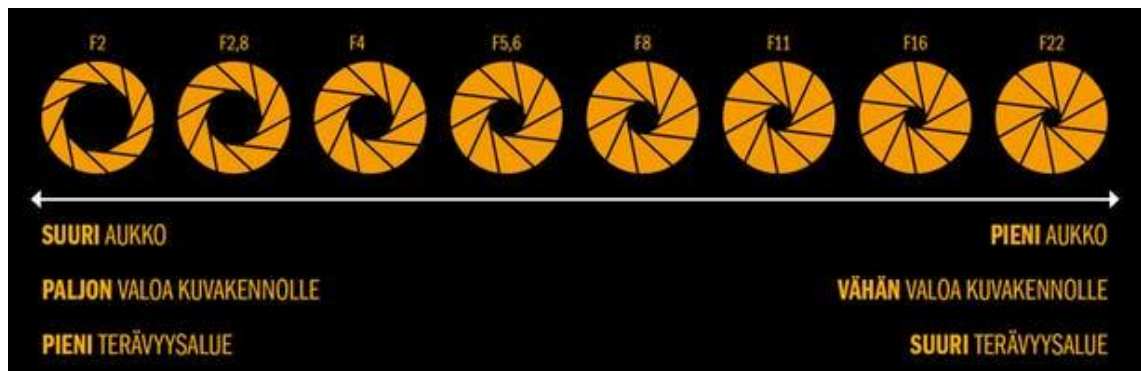
Suljinaika tarkoittaa aikaa, jonka kameran suljin on auki. Niin kauan kuin suljin on auki, pääsee kennolle valoa, mikä taas lisää kuvan valotusta. Pidempi suljinaika aiheuttaa kuitenkin sen, että kuva tärähtää herkemmin. (Saari 2012.) Myös pidempi polttoväli edellyttää nopeampaa suljinaikaa, sillä pienikin objektiivin liike näkyy zoomatussa kuvassa isompana. Yleisenä nyrkkisääntönä voidaan pitää kaavaa, jossa 1 jaetaan käytettävällä polttovälillä. Näin ollen esimerkiksi 50 mm:n polttovälillä suljinaika saisi olla enintään $1/50 = 1/50$ sekuntia kun taas 200 mm:n polttovälillä suljinajan tulisi olla jo huomattavasti nopeampi, $1/200 = 1/200$ sekuntia tai nopeampi. Vastaavasti laajakulmaisella objektiivilla suljinaikaa voidaan pidentää, mutta kuvaajasta ja objektiivista riippuen suljinajan tulisi kuitenkin olla enintään noin $1/30$ sekuntia, mikäli halutaan kuvata käsivaralta. (Gric 2015.)

Vielä pidempiä suljinaikoja käytettäessä, kuten Linnunrataa kuvattaessa, jalusta on välttämätön (Norman 2014). Tällöin suljinaika voi olla luokkaa 10–30 sekuntia, tähtitaivaan seurantalaitteilla jopa 10–600 sekuntia (Digitarvike). Suljinaika vaikuttaa myös siihen,

kuinka liike tallentuu kuvaan. Paikallaan olevaa kohdetta kuvattaessa voi käyttää pidempiä suljinaikoja, kun taas liikkuvan kohteen kuvaamiseen tarvitaan nopeaa suljinaikaa, jotta liike saadaan kuvattua tarkkana. (Saari 2012.) Myös Linnunrata on liikkuva kohde maapallon rotaation vuoksi ja edellyttää sopivan suljinajan valitsemista, jotta tähdet eivät menetä muotoaan ja veny viivoiksi (Himari 2017), mutta tätä käsitellään tarkemmin luvussa 3.2.

Aukko

Aukon suuruutta mitataan f-luvulla, jonka mahdollinen vaihteluväli riippuu objektiivista. Lyhenne F tarkoittaa tässä yhteydessä ”focal length” eli polttoväliä. Jos otetaan esimerkiksi 50 mm:n objektiivi, josta valitaan aukko f/2, tarkoittaa tämä polttovälin ja valitun aukon halkaisijan välistä suhdetta, joka on tässä tapauksessa $50 \text{ mm} / 2 = 25 \text{ mm}$. Jos taas samalla objektiivilla kuvataan aukolla f/8, tarkoittaa tämä, että aukon fyysinen koko on enää $50 \text{ mm} / 8 = 6,25 \text{ mm}$ eli huomattavasti pienempi kuin arvolla f/2. (Siersbæk 2017.) Tästä syystä myös kameran asetuksissa nämä arvot menevät tavallaan käänteisesti, eli mitä isompi aukko, sitä pienempi f-luku, kuten kuvassa 3 on havainnollistettu (Saari 2012).



Kuva 3. Pienemmät f-arvot eli suuremmat aukot päästävät enemmän valoa kameran kennolle (Siersbæk 2017).

Aukko on siis objektiivin ominaisuus, joka määrittää kuvan syväterävyyden ja kennolle pääsevän valon määrän. Pienellä aukolla kuvattaessa kuvan syväterävyys on suuri, mutta kennolle pääsevä valon määrä vähäinen. Suurella aukolla kuvattaessa taas kuvan

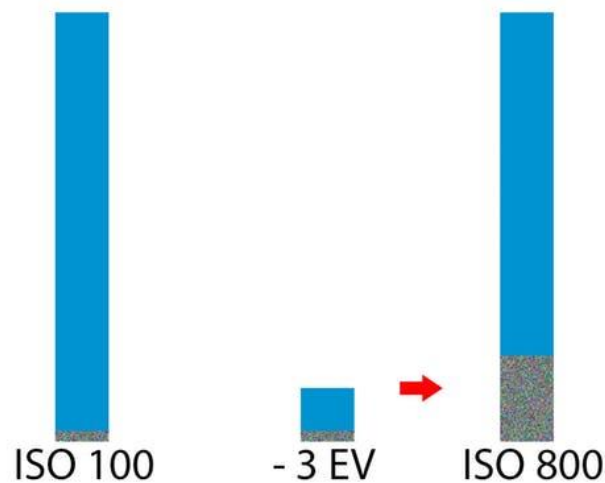
syväterävyys on erittäin lyhyt, mutta kennolle pääsee enemmän valoa, sillä aukko on nimensä mukaisesti myös fyysisesti isompi. (Saari 2012.)

Objektiivit eivät kuitenkaan yleensä ole terävimmillään suurimmalla mahdollisella aukolla, vaan kuva pehmenee jonkin verran ja reunoille saattaa ilmentyä vääristymiä. Aukon pienentäminen pykälällä tai kahdella suurimmasta mahdollisesta tekee kuvasta taas terävämmän, mutta samalla menetetään valovoimaisuutta. (Priest.)

Herkkyys

Herkkyys eli ISO-arvo tarkoittaa kameran kennon herkkyyttä reagoida valoon. ISO-arvoa nostamalla valon kennolle lähettämä signaali voimistuu, mikä mahdollistaa lyhyemmän suljinajan ja pienemmän aukon käyttämisen. Kaikissa kameroissa on myös ihanne ISO-arvo, jolloin kennon keräämän valon ja ohessa syntyneen taustakohinan suhde on optimaalisin. Järjestelmäkameroissa tämä ihanne ISO-arvo löytyy yleensä väliltä 100–200. Tätä ihanneherkkyyttä kannattaa pienentää tai lisätä vain, kun vallitsevan valon määrä sitä vaatii. Hämärässä kuvattaessa ISO-arvoa voi kuitenkin joutua nostamaan, jotta kuva saadaan valotettua oikein. (Engbo 2018.)

Suurempien herkkyyksien käänköpuolena on kuitenkin kuvaan syntyvä kohina (Saari 2012). Esimerkiksi Linnunrataa kuvatessa valoa on niin vähän, että ISO-arvon joutuu usein nostamaan niinkin korkealle kuin 3200:aan tai 6400:aan (Rantalainen 2017). Tällöin ISO-arvon nostaminen vahvistaa kennolle tulleen valon lisäksi myös taustakohinaa. Jos siis kameran ihanne ISO-arvo on esimerkiksi 100, mutta valotusarvoa (EV) halutaan laskea kolmella askeleella säätämällä suljinaikaa lyhyemmäksi ja/tai aukkoa pienemmäksi, joutuu ISO-arvon kaksinkertaistamaan kolmesti ($100 * 2 * 2 * 2 = 800$), kuten kuvasta 4 nähdään, jotta päädytään samaan valotukseen. Tällöin kuitenkin taustakohinan suhteellinen määrä on myös kolminkertaistunut. (Engbo 2018.)



Kuva 4. Siniset palkit kuvaavat kennolle tullutta valoa ja harmaat palkit signaalin vahvistamisen myötä syntynyttä taustakohinaa. Valotus on molemmissa tapauksissa sama, mutta ISO 800:lla kuvattaessa kohinan suhteellinen määrä kolminkertainen. (Engbo 2018.)

Valkotasapaino

Valkotasapaino ei vaikuta kuvan valotukseen, mutta määrittää olennaisesti kuvan väri- maailman. Kamera ilmoittaa valkotasapainon värilämpönä, jonka asteikon arvona on kelvin. Eri valolähteet tuottavat erisävyistä valoa, minkä vuoksi valkotasapaino täytyy määrittää ympäröivien valolähteiden perusteella. Kameroiden automaattiasetus toimii useimmissa tilanteissa hyvin, mutta haastavampiin valaistuksiin kannattaa valkotasapaino säätää itse. (Siersbæk 2017.)

Kuvaformaatti

Lisäksi yksi olennainen asetus, mikä löytyy lähes kaikista järjestelmäkameroista, on valinta JPEG-kuvien tai RAW- eli raakakuvien väliltä. Raakakuvien kuvaaminen on ehdottoman tärkeää, sillä tällöin kameran kennolle tallentuu kaikki objektiivin läpi tuleva informaatio. Käytännössä myös kaikki JPEG-kuvat ovat aluksi RAW-kuvia, mutta JPEG-kuvia kuvatessa kamera tekee muunnoksen RAW-kuvasta JPEG-kuvaksi välittömästi, säättäen itse muun muassa valkotasapainon, kontrastin, terävöityksen ja kohinanpoiston JPEG-kuvaa varten. Sen sijaan RAW-kuvia kuvatessa kuvaaja pääsee itse tekemään jälkikäsittelyn oman näkemyksensä mukaisesti. Lisäksi RAW-kuvat mahdollistavat

tiettyyn pisteeseen asti kuvan valotuksen ja valkotasapainon korjaamisen jälkikäsitellyssä. (Kamerakoulu.)

2.2 Järjestelmäkameroiden ominaisuudet

Järjestelmäkameran kokonaisuus muodostuu lähes aina kameran rungosta ja vaihdettavista objektiiveista. Näin ollen kameran ominaisuuksista puhuttaessa täytyy tarkastella erikseen rungon ominaisuuksia ja objektiivin ominaisuuksia. Molemmat vaikuttavat olennaisesti kuvanlaatuun ja mahdollisuuksiin kuvata erilaisia kuvia erilaisissa olosuhteissa.

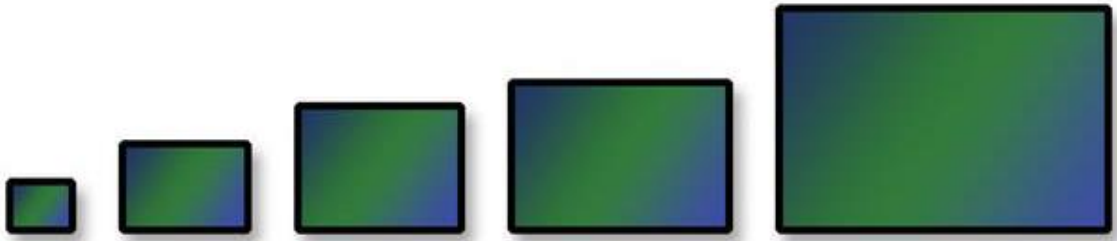
Runkojen osalta eroavaisuuksia on enemmän kuin saattaisi kuvitella, ja järjestelmäkameran käyttötarkoituksesta riippuen kannattaa kiinnittää huomiota eri ominaisuuksiin. On olemassa myös erityisesti tähtien kuvaamiseen tarkoitettuja CMOS- ja CCD-kameroita (Hull), mutta koska tarkastelun aiheena on juuri Linnunradan kuvaaminen järjestelmäkameralla, vertailen ainoastaan järjestelmäkameroiden ominaisuuksia.

Rungot

Rungot voidaan jakaa kahteen kategoriaan kennon koon perusteella. Kalliimmissa ja paremmissa rungoissa on lähes aina täyden koon CMOS-kenno, kun taas halvemmissä malleissa on yleensä pienempi APS-C-kenno eli ”croppi-kenno”. (Simpson 2013.) Täysikokoinen, eli 36 mm x 24 mm, kenno viittaa 35 mm:n kinofilmikokoon, kun taas APS-C-kennot vaihtelevat valmistajasta riippuen välillä 23,6 x 15,7–22,2 x 14,8 mm (Biderman 2014: 8–9.)

Täyden koon kennoilla päästään parempaan lopputulokseen, sillä yleensä niissä on korkeampi resoluutio, laajempi dynaaminen alue (dynamic range), tehokkaampi kuvan prosessointi ja mahdollisuus korkeampiin ISO-arvoihin. Erityisesti korkeita ISO-arvoja käytettäessä täyden koon kennot suoriutuvat tästä pienempiä APS-C-kennoja paremmin tuottaen vähemmän näkyvää kohinaa. Tilanteita, joissa ISO-arvoa täytyy nostaa, ovat juuri hämärässä tai pimeässä kuvaaminen. (Simpson 2013.) Toinen ratkaiseva eroavaisuus näiden kahden kennokoon välillä on kerroin, jolla APS-C-kennolla otetut kuvat suurenevät. Täyden koon kennoihin verrattaessa APS-C-kennolliset kamerat suurentavat

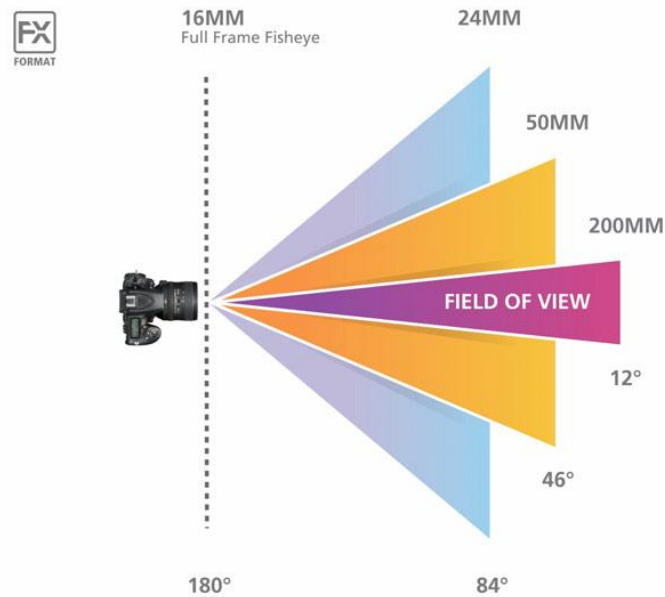
kuvaa noin 1,5- tai 1,6-kertoimella, sillä kenno on fyysisesti pienempi ja täten kennolle mahtuva näkymä rajatumpi, kuten kuva 5 havainnollistaa. (Joseph.)



Kuva 5. Kennojen kokoerot havainnollistettuna. Kennot vasemmalta oikealle: 1/2.3", 1", Micro 3/4, APS-C ja täyden koon kenno (Engbo 2018).

Objektiivit

Kun tarkastellaan objektiiveja, on eroavaisuuksia vielä enemmän. Kaikilla objektiiveilla on jokin polttoväli, joka kertoo, kuinka laajan kuvakulman objektiivi kykenee kuvaamaan ja paljonko se suurentaa kuvaa, kuten kuvassa 6 on havainnollistettu. Objektiivit voidaan jakaa jo polttovälien perusteella kahteen kategoriaan, kiinteän polttovälin objektiiveihin ja zoom-objektiiveihin. Kiinteän polttovälin objektiivilla ei pysty zoomaamaan, mutta ne ovat sen sijaan yleensä valovoimaisia ja tuottavat todella tarkkoja kuvia. Zoomattavan objektiivin polttoväliä on mahdollista vaihtaa tilanteen ja tarpeen mukaan pienimmän ja suurimman mahdollisen polttovälin välillä, mikä tekee objektiivista monikäyttöisemmän. (Saari 2012.) Tällainen objektiivi voi olla esimerkiksi 18–35 mm tai 24–70 mm.



Kuva 6. Laajakulmaisen objektiivin näkökenttä on teleobjektiveja suurempi (Nikon).

Objektiveihin liittyy myös valovoima eli suurin mahdollinen aukko, jolla objektiivilla on mahdollista kuvata. Tätä mitataan f-luvulla, ja se on aina ilmoitettu objektiivin tiedoissa. Esimerkiksi 50 mm:n f/1.8-objektiveissa ovat molemmat polttoväli ja suurin mahdollinen aukko vakioita, kun taas zoom-objektiveissa valovoima voi vaihdella polttovälin mukaan, kuten 18–55 mm f/3.5–5.6-objektiveissa. Tällöin suurin mahdollinen aukko pienenee pykälittäin polttovälin kasvaessa. On kuitenkin myös zoom-objektiveja, joissa suurin mahdollinen aukko pysyy vakiona kaikilla polttoväleillä. Myös pienin mahdollinen aukko, eli suurin mahdollinen f-luku, riippuu objektiveista. Valovoimainen objektiiv mahdollistaa pimeässä kuvaamisen tai nopeasti liikkuvien kohteiden kuvaamisen ilman tarvetta nostaa ISO-herkkyyttä kohtuuttoman korkealle. (Saari 2012.)

Monissa objektiveissa on myös sisäänrakennettu kuvanvakain, mikä helpottaa erityisesti käsivaralta kuvaamista hämärässä. Käytännössä kuvanvakain vaimentaa objektivein pientä liikettä, joka muutoin aiheuttaisi tärhtäneen kuvan. Kuvanvakainta ei kuitenkaan kannata käyttää jalustan kanssa, sillä kuvanvakain yrittää jatkuvasti vakauttaa kuvaa, vaikka se olisi jo vakaa, jolloin kuvanvakain toimii itseään vastaan ja aiheuttaa tärhtäneen kuvan. (Steiner.)

2.3 Linnunradan kuvaamiseen vaadittava kalusto

Tähtien kuvaaminen on teknisesti kenties kaikkein haastavin valokuvauksen muoto kameralle, joten tarkkojen kuvien ottaminen edellyttää riittävän laadukasta kalustoa ja sen oikein käyttämistä (Thompson 2014: 15). Tähtien kuvaamiseen vaadittava kalusto koostuu kameran rungosta, objektiivista ja tukevasta jalustasta (Thompson 2014: 12–17). Tässä insinööriyössä ei kuitenkaan käsitellä teleskooppien tai erikoiskameroiden hyödyntämistä tähtikuvauksessa, vaan työ keskittyy Linnunradan kuvaamiseen pelkällä järjestelmäkameralla ja muutamilla lisävarusteilla.

Runko

Sopivaa kameran runkoa valittaessa valmistajalla ei ole suurta merkitystä, sillä kaikilla isoilla valmistajilla on tähän tarkoitukseen kykeneviä malleja. Markkinoiden isoimmat valmistajat ovat Canon ja Nikon, ja muita, pienempiä valmistajia taas ovat mm. Sony, Pentax, Olympus, Fujifilm, Panasonic ja Samsung. (Norman 2014.)

Kuten luvussa 2.2 käy ilmi, on täyden koon kennoilla mahdollista päästä parempaan lopputulokseen, varsinkin jos kyseessä on hämärässä kuvaaminen. Resoluution, dynamiikan alueen ja kuvan tarkkuuden lisäksi täyden koon kenno suoriutuu korkeista ISO-arvoista, joita tarvitaan Linnunrataa kuvattaessa, pienempiä APS-C-kennoja paremmin. (Norman 2013.) Tämä johtuu siitä, että täyden koon kennoissa yksittäinen pikseli on suurempi, jolloin siihen mahtuu enemmän valoa, mikä helpottaa kohinan käsittelyä. Pienempi pikseli myös täyttyy valosta nopeammin, mikä tarkoittaa, että kuva palaa herkemmin puhki. (Engbo 2018.) Lisäksi APS-C-kennojen pieni koko alentaa suurinta mahdollista suljinaikaa ja kuvaan mahtuva näkymä on ”croppi-kertoimen” vuoksi pienempi (Norman 2013). Näin ollen täyden koon kennolla varustettu runko on Linnunradan kuvaamiseen parempi valinta (Priest), mutta myös pienemmällä kennolla pärjää, kunhan kamerassa on manuaali-kuvaustila ja tuki RAW-kuville (Quinn 2015).

Linnunrataa kuvattaessa joutuu yleensä käyttämään ISO-arvoa väliltä 2500–6400, joten kameran kennon tulisi myös suoriutua korkeiden ISO-arvojen kohinasta mahdollisimman puhtaasti (Priest). Tähän vaikuttaa eniten aiemmin mainittu kennon koko, mutta myös valmistajien ja mallien välillä on eroavaisuuksia (Zhang 2016). Lisäksi eräs

huomionarvoinen seikka on kameran LCD-näyttö, sillä sen tulisi tukea ”live view” -ominaisuutta käsin tarkentamisen helpottamiseksi (Thompson 2014: 14–15). Oman kokemuksen perusteella myös kääntyvä LCD-näyttö olisi kätevä ja säästäisi monilta selkäki-
vuilta, sillä aina tarkentaessa tai tuoretta valotusta tarkastaessa joutuu jonkin verran kyy-
ristymään nähdäkseen LCD-näytön kunnolla.

Objektiiv

Objektiivin valinnalla on vähintään yhtä iso merkitys kuin rungolla, ellei isompi. Koska Linnunrata on myös meidän perspektiivistämme tarkasteltuna valtava, on laajakulmaobjektiivista, eli lyhyen polttovälin objektiivista, paljon hyötyä, sillä laajakulmaobjektiivilla saa mahdutettua isomman osan Linnunradasta yhteen kuvaan. Tämän lisäksi objektiivin polttoväli vaikuttaa ratkaisevasti suljinaikaan, jolla taivasta voi valottaa ilman, että tähtien muodot venyvät viiruiksi maapallon pyörimisen myötä. Tähän liittyy niin kutsuttu ”500-sääntö”, mikä tarkoittaa, että jos käytössä on esimerkiksi 24 mm:n objektiivi, voi suljinaika olla enintään $500 / 24 = 20,8$ sekuntia eli noin 20 sekuntia. (Norman 2013.) 14 mm:n laajakulmaobjektiivilla vastaava aika valotukselle olisi $500 / 14 = 35,7$ sekuntia eli lähes kaksi kertaa kauemmin. Suljinaikoja ja 500-sääntöä käsitellään tarkemmin luvussa 3.3.

Objektiivin valintaan vaikuttaa polttovälin lisäksi aukko. Isommalla aukolla, eli pienem-
mällä f-luvulla, objektiivi kerää enemmän valoa. Näin ollen Linnunradan kuvaamiseen olisi suositeltavaa käyttää vähintään f/4-aukon objektiivia, mutta mieluummin esimerkiksi f/2.8-aukon objektiivia. Useat objektiivit eivät kuitenkaan ole erityisen teräviä täydellä au-
kolla, mikä tarkoittaa, että esimerkiksi f/1.4-aukon saattaa joutua pienentämään f/2-au-
koksi, ennen kuin kuva on tarpeeksi terävä. Erityisesti tähtien vääristyminen kuvan reu-
noilla on yleistä isoilla aukoilla, eikä sitä ole juurikaan mahdollista korjata jälkikäsitte-
lyssä. (Priest.)

Jalusta ja lisätarvikkeet

Edellä mainittujen välineiden lisäksi jalusta on välttämätön Linnunrataa kuvatessa, sillä suljinajat ovat yleensä 10–30 sekunnin luokkaa, mikä tarkoittaa, että käsivaralta kuvaaminen on mahdotonta. Myös jalustoissa on eroja, vaikka pintapuolisesti ne saattavatkin

vaikuttaa samanlaisilta (kuva 7). Halvat ja kevyemmät jalustat ovat huomattavasti alttiimpia pienelle tuulen tai muun olosuhteen aiheuttamalle heilahtelulle. Parhaaseen mahdolliseen tulokseen, eli todella teräviin ja oikein valotettuihin kuviin, pyrkiessä tukeva jalusta on välttämätön, sillä vain silloin, kun kamera on valotuksen ajan täysin liikkumatta, on mahdollista saada teräviä kuvia. Lisäksi kuulapään säätömahdollisuuksiin kannattaa kiinnittää huomiota, sillä Linnunrataa kuvatessa kamera osoittaa usein ylöspäin ja vaatii näin laajan liikkumavaran kuulapäältä. 3-suuntainen tarkkuuskinopää on vielä kuulapäätkin parempi vaihtoehto ja mahdollistaa kaikki mahdolliset kameran asennot ja vielä tarkemman suuntauksen. (Quinn 2015.) Ne ovat kuitenkin yleisesti ottaen hieman kuulapäitä kalliimpia.



Kuva 7. Jalustat saattavat näyttää pintapuolisesti samanlaisilta, mutta eroavaisuuksia on silti paljon (Banas 2014).

Pieni ja halpa, mutta varsin oleellinen lisävaruste on myös etälaukaisija. Etälaukaisijalla voi ensinnäkin välttää käyttämästä kameran sisäänrakennettua laukaisinajastinta, jonka tarkoituksena on minimoida kaikki värähdykset kamerassa ja jalustassa, mutta se antaa

käyttäjälle myös mahdollisuuden valita mikä tahansa suljinaika sisäänrakennettujen vaihtoehtojen sijaan. Myös yli 30 sekunnin suljinajat ovat mahdollisia, sillä riittää, kun valitsee kamerasta bulb-tilan ja lukitsee etälaukaisimen napin pohjaan ja vapauttaa laukaisimen halutun suljinajan kuluttua. Tähän tosin liittyy se vaatimus, että kamera tukee bulb-tilaa. (Quinn 2015.)

Tähtitaivaan kuvaaminen yli 30 sekunnin suljinajoilla edellyttää kuitenkin jalustan ja kameran väliin kiinnitettävän tähtitaivaan seurantalaitteen käyttöä (kuva 8), sillä jos halutaan päästä vielä pidempiin valotusaikoihin kuin mihin 500-säännöllä muutoin päädyttäisiin, on tähtitaivaan liikkeen seuraaminen välttämätöntä. Esimerkiksi laajakulmaisella 14 mm:n objektiivilla tähtitaivasta voi valottaa enintään $500 / 14 = 35,7$ sekuntia ilman tähtien venymistä viiruiksi. Käytännössä tämä pitää kuitenkin vielä jakaa kahdella, jos käytössä on uusi kamera, terävä objektiivi ja kirkas keli. Seurantalaitteella suljinaika on kuitenkin mahdollista nostaa 10–20-kertaiseksi tähän sääntöön nähden. Tämä perustuu siihen, että seurantalaite liikuttaa kameraa maapallon pyörimisen perusteella ja näin ollen tähdet pysyvät vääristymättöminä ja terävinä. Valotusta on kuitenkin mahdollista venyttää vielä tätäkin pidemmäksi, mutta tällöin suuntaus vaatii erityistä tarkkuutta. (Digitarvike.)



Kuva 8. Tähtitaivaan seurantalaite asennetaan jalustan ja kuulapään väliin (Digitarvike).

3 Linnunradan kuvaaminen

3.1 Linnunradan näkyminen

Tavallisesti Linnunradasta puhuttaessa, etenkin valokuvauksen yhteydessä, tarkoitetaan galaksin keskustaa ja sen muodostamaa taivaalla kaartavaa vyötä. Todellisuudessa kuitenkin kaikki paljain silmin nähtävät tähdet kuuluvat yli 200 miljardista tähdestä koostuvaan Linnunrataan. Suurin osa tähdistä on alle 1 000 valovuoden etäisyydellä ja himmeimmätkin tähdet korkeintaan 10 000 valovuoden päässä, kun taas Linnunradan kiekon läpimitta on 100 000 valovuotta. Näemme siis vain murto-osan koko galaksista. (Manner & Mäkelä 2007: 10–11.) Vaikka kaikki paljain silmin näkemämme tähdet kuuluvatkin Linnunrataan, käsitellään insinööriyössä nimenomaan galaksin keskuksen, tuon kirkkaana hohtavan tähtivyön, kuvaamista.

Linnunradan näkymiseen vaikuttavat vuodenaika, yön pimeys, sääolosuhteet, kuun vaihe, valosaasteen määrä ja suunta sekä kuvauspaikan maantieteellinen sijainti (Priest). Insinööriyössä keskitytään Linnunradan näkymiseen Suomessa, sillä näkyvyys vaihtelee suuresti eri puolilla maapalloa. Yleisesti ottaen kotigalaksimme näyttäytyy kuitenkin kirkkaampana ja isompana lähempänä päiväntasaajaa, mutta myös Suomessa Linnunrata näkyy erityisesti syksyllä, vaikka galaksin kirkkain keskus pysyttelee ympäri vuoden horisontin alapuolella (Manner & Mäkelä 2007: 84–87.)

Vuodenajat

Linnunrata ja tähdet eivät siis näy yhtä kirkkaina kaikkina vuoden aikoina tai kaikissa paikoissa. Valokuvauksen kannalta oleellista on erityisesti Linnunradan keskuksen sijainti eri vuodenaikoina, sillä se on kirkkain, kuvauksellisin ja parhaiten erottuva osa kotigalaksiamme. (Priest.) Suomessa tämä keskus pysyttelee kuitenkin ympäri vuoden horisontin alapuolella, mutta jonkin verran keskuksen reunusta on mahdollista kuvata keväällä ja syksyllä (Himari).

Keväällä pimeä tulee melko myöhään ja Linnunrata pysyttelee varsin matalalla pohjoistaivaalla. Keväällä Linnunrata ei näy yhtä hyvin kuin syksyllä, jolloin tähtivyö kulkee korkeammalla koillisesta lounaaseen, sillä kevään etelätaivaalla näkymä on pois päin

Linnunradan tasosta ja näkyvissä on vähemmän kirkkaita tähtiä. (Manner & Mäkelä 2007: 20, 26.)

Syksyllä öiden pimetessä on Suomessa näkyvä tähtitaivas parhaimmillaan. Elokuusta marraskuulle Linnunrata kaartuu taivaan yli koillisesta lounaaseen, jolloin Linnunradan kirkkaimmat osat ovat Joutsenen tähdistön suunnalla (kuva 9). Linnunradan kaikkein kirkkaimmat osat ovat Jousimiehen tähdistön suunnalla, mutta Suomen yötaivaalla tämä osa Linnunrataa ei kuitenkaan näy edes syksyllä. (Manner & Mäkelä 2007: 20, 84.)



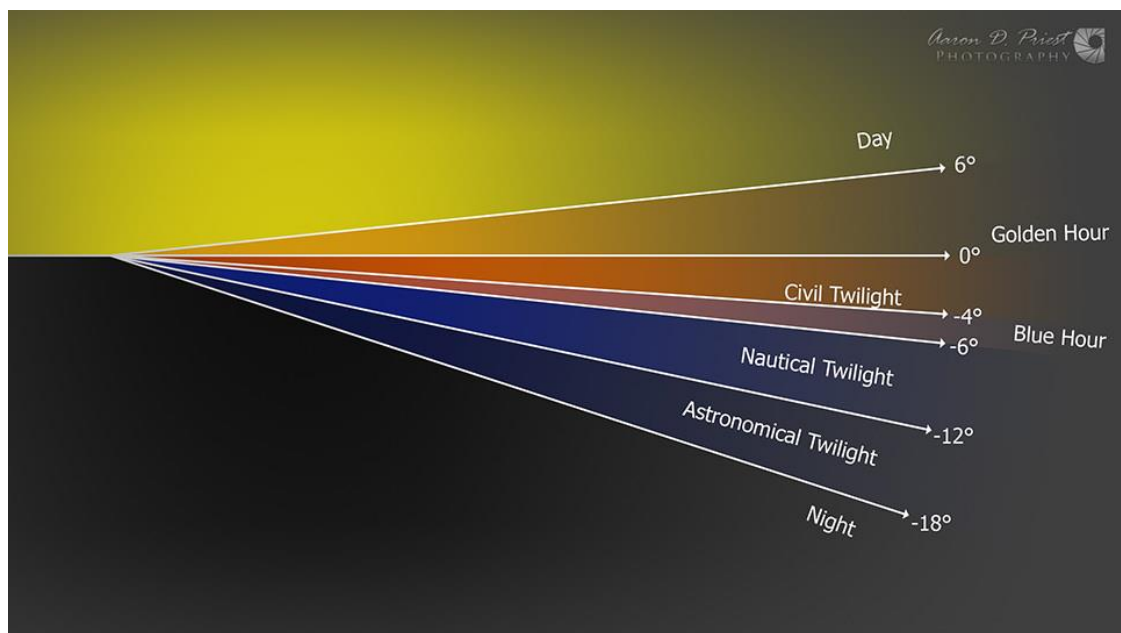
Kuva 9. Linnunradan vyö kulkee Kotkan ja Joutsenen tähdistön kautta (Luontoon.fi).

Myös talvella voi havaita Linnunradan, mutta tuolloin himmeänä hohtava vyö kulkee taivaan poikki luoteesta kaakkoon. Talvella Linnunrata näkyy kuitenkin huomattavasti himmeämpänä kuin syksyllä. Syynä tähän on, että talvella katsomme poispäin Linnunradan keskuksesta vyön kapeampaan suuntaan, jossa tähtiä on vähemmän. (Manner & Mäkelä 2007: 24, 85.)

Kuvauspaikan ja -ajan valitseminen

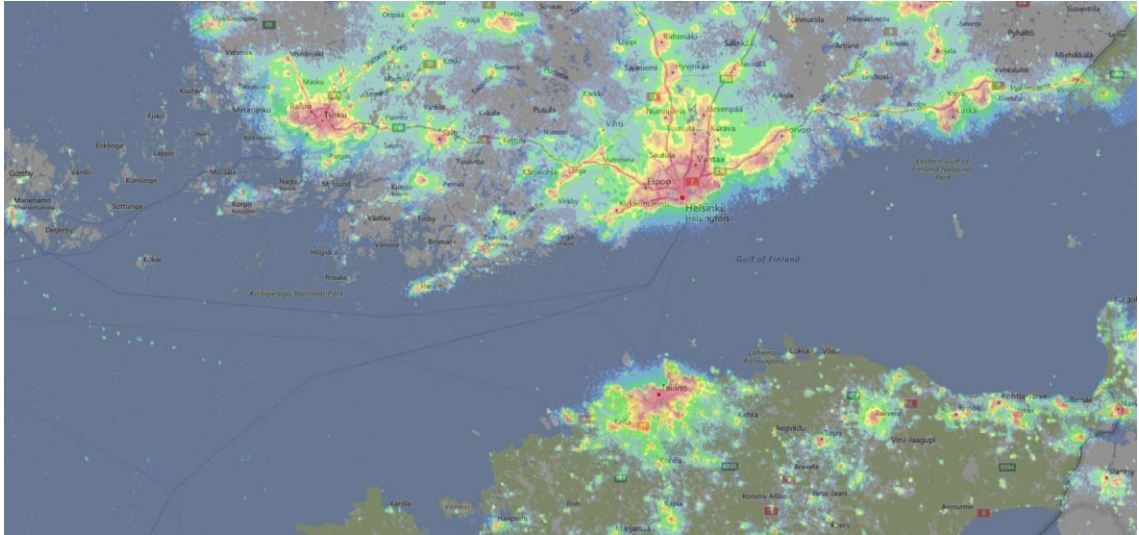
Linnunrata näkyy luonnollisesti parhaiten yöllä, mutta myös yöllä on eri vaiheita, jotka vaikuttavat Linnunradan näkymiseen. Nämä vaiheet ovat porvarillinen hämärä, nauttinen

eli merenkulkijan hämärä ja astronominen eli tähtitieteellinen hämärä, jonka jälkeen yö on pimeimmillään (kuva 10). Aamua kohden mentäessä vaiheet menevät läpi käänteisessä järjestyksessä. Linnunrataa on paras kuvata yön ollessa pimeimmillään eli astronomisen hämärän jälkeen, mutta ennen aamunkoittoa edeltävää astronomista hämärää. Tällöin aurinko on yli 18 astetta horisontin alapuolella. (Priest.) Kesäyöt ovat kuitenkin Suomessa niin valoisia, ettei tähtiä juurikaan näy. Paras aika kesällä on yön pimeimpään aikaan noin kello 1:n ja 2:n välillä, mutta tuolloinkin voi nähdä vain muutamia tähtiä. (Manner & Mäkelä 2007: 28.)



Kuva 10. Yön vaiheet (Priest).

Oikean vuodenajan ja kellonajan lisäksi Linnunradan näkyvyyteen vaikuttaa valosaaste, jota tulee erityisesti kaupungeista ja asutuskeskuksista, kuten kuvasta 11 nähdään. Mitä kauemmas valosaasteesta on mahdollista päästä, sen parempi. (Priest.) Suomessa tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi Porkkalanniemi ja Nuuksion kansallispuisto (Himari). Kuvausta suunnitellessa kannattaa myös huomioida valosaasteen suunta, sillä kun valosaaste on samalla suunnalla kuin Linnunrata, peittää valosaaste Linnunradan taakseen valokuvassa. Takaapäin tuleva valosaaste ei kuitenkaan häiritse yhtä pahasti. (Sorvari 2018.)



Kuva 11. Valosaasteen levittäytyminen Etelä-Suomessa (Light Pollution Map).

Sopivan kuvauspaikan löytämiseen ja kuvauksen suunnitteluun on olemassa useita sovelluksia, joilla pystyy tarkastamaan ennakkoon mm. Auringon, Kuun ja Linnunradan vaiheet ja sijainnit tietyssä päivänä. (Priest.) Kannattaa myös jo ennakkoon suunnitella, millaisen sommitelman ja etualan kuviin haluaa. Peilitynnet järvet, yksittäiset puut ja majakat tuovat lisää mielenkiintoa Linnunrata-kuviin. Myös Google Mapsin satelliittikuvaa voi hyödyntää tehdessä taustatutkimusta potentiaalisesta kuvauskohteesta, sillä tällöin saa ainakin alustavan käsityksen siitä, tuleeko idea toimimaan vai ei. (Quinn 2015.)

Näiden seikkojen lisäksi Linnunradan näkymiseen vaikuttavat myös kuun vaihe ja pilvi-syys. Linnunradan kuvaaminen onnistuu parhaiten uuden kuun aikaan, sillä silloin kuun valo ei juurikaan häiritse. Kuvaaminen on kuitenkin mahdollista myös noin viikon verran uuden kuun molemmin puolin, sillä kuu usein laskee tai nousee yön aikana niin, että Linnunradan kuvaamiselle jää ainakin muutama tunti aikaa. Kuun ollessa keskellä taivasta on Linnunradan kuvaaminen mahdotonta, joten kuun vaihe kannattaa tarkastaa ennakkoon esimerkiksi PhotoPills- tai Stellarium-sovelluksella. (Priest.) Sovellusta voi käyttää myös kuvauksen suunnitteluun tarkastamalla missä suunnassa Linnunrata näkyy kohteessa, jonne on suunnitellut menevänsä (Uimonen 2019).

Kuun vaiheen lisäksi taivaan tulisi olla kirkas ja pilvetön, sillä pilvet pehmentävät ja peittävät tähtien näkymistä (Himari). Pilvipeitteen tiheyden tulisi olla 0–10 %:n luokkaa teräviä ja kirkkaita valokuvia varten (Priest). Kaiken kaikkiaan juuri edellä mainitut

sääolosuhteet ovat ensimmäinen edellytys laadukkaalle kuvalle Linnunradasta (Rodriguez 2019).

3.2 Pakkauslista

Luvussa 2.3 käsiteltiin Linnunradan kuvaamiseen vaadittavaa kalustoa, mutta kuvausretkelle lähdetessä on myös muutamia muita asioita, jotka kannattaa pakata mukaan, sillä tähtitaivaan alla saattaa huomaamatta vierähtää useampia tunteja. Myös pimeä ja mahdollisesti kylmä sää tuo kuvaamiseen omat haasteet, joihin kannattaa varautua jo ennakkoon.

Kameran, linssien, jalustan, etälaukaisijan ja mahdollisen tähtitaivaan seurantalaitteen lisäksi mukaan kannattaa pakata pieniä tarvikkeita, jotka ennalta ehkäisevät kuvauksen keskeytymisen esimerkiksi tyhjentyneen akun takia. Kamerareppuun tulisi siis aina pakata myös vara-akku, tai akkuja, ja vähintään toinen muistikortti. Lisäksi kannattaa pakata ilmapuhallin ja puhdistusliina objektiiville, sillä yön kosteus saattaa tiivistyä objektiivin linssin pintaan, mikä aiheuttaa sumuisia ja epätarkkoja kuvia. Kosteuden kehittymistä pystyy hieman ehkäisemään irrottamalla kaikki suotimet, sillä ne keräävät kosteutta herkemmin kuin objektiivin linssi. Muutamia keinoja kosteuden estämiseksi on myös vasta-avalosuojan ja kädenlämmittimen kiinnittäminen objektiivin ympärille esimerkiksi kuminauhalla. Tällöin objektiivi pysyy lämpoisempänä kuin ympäröivä ilma, eikä kosteutta pääse syntymään yhtä herkästi. (Priest.) Myös ”bubble head”, eli vesivaaka, on kätevä apuväline jalustan kanssa, sillä maa on usein epätasainen ja jalustan aseointi jo kuvaustilanteessa vaakatasoon helpottaa jälkikäsitteilyä ja vähentää kuvan rajaamisen tarvetta (Biderman 2014: 21).

Kameratarvikkeiden lisäksi kannattaa öiselle kuvausretkelle pakata mukaan otsalamppu ja ainakin yhdet varaparistot, sillä otsalamppu helpottaa pimeässä työskentelyä huomattavasti (Priest). Mikäli otsalampussa on mahdollisuus valita punainen valo, kannattaa sitä hyödyntää, koska punaista valoa käytettäessä ei hämäränäkö, jonka kehittymiseen menee noin puoli tuntia, katoa. Myös välipalaa ja lämmintä juotavaa kannattaa varata mukaan. (Manner & Mäkelä 2007: 13.) Näiden lisäksi kannattaa pukeutua lämpimästi, sillä yöllä on usein kylmä ja kun tarkoituksena on viettää useampia tunteja ulkona, ei

lämpimän pukeutumisen tärkeyttä kannata aliarvioida (Mikkonen 2019). Myös sadetakin, kartan ja kompassin mukaan ottamista kannattaa harkita (Priest).

3.3 Kameran asetukset

Kuvaus kannattaa aloittaa kameran asetusten alustavasta valitsemisesta, minkä jälkeen voi hakea tarkennuksen kohdalleen ja tarvittaessa vielä hienosäätää asetuksia uudelleen. Tässä kohtaa kannattaa myös asettaa LCD-näytön kirkkaus normaalia huomattavasti himmeämmälle, koska riskinä on muuten luulla valottaneensa kuvat oikein, vaikka todellisuudessa kuvat ovat hieman alivalottuneita. Lisäksi näytön kirkkauden himmentäminen on ystävällistä mahdollisten muiden kuvaajien huomioon ottamista ja helpottaa hämäränäön kehittämisessä. (Priest.)

Tarkennus

Laadukkaan Linnunrata-kuvan ensimmäinen edellytys on tarkennus. Vain onnistuneella tarkennuksella on mahdollista saada tarkkoja kuvia, ja koska automaattitarkennus ei useimmilla kameroilla toimi pimeässä ja objektiivin ääretön-merkintä ei yleensä ole todellisuudessa kohdallaan, vaatii Linnunradan kuvaaminen käsin tarkentamista. Tämä tapahtuu parhaiten asettamalla kamera jalustalle ja vaihtamalla kameran elävä kuva- eli "live view" -tila päälle. Tämän jälkeen taivaalta tulisi etsiä jokin kirkkaimmista tähdistä, kohdistaa se LCD-näytön keskelle ja suurentaa näytöltä kuva 10-kertaiseksi. Objektiivia ei kannata zoomata, sillä useimmissa objektiiveissa tarkennus vaihtuu polttovälin mukana. Kun tähti on suurennettuna näytön keskellä, tulee tarkennus hakea niin, että tähti näyttäytyy mahdollisimman pienenä näytöllä. Tämän todellisen äärettömän kohdan voi merkitä esimerkiksi teipin palasella objektiiviin, mikä helpottaa tarkentamista tulevaisuudessa. (Priest.) On kuitenkin hyvä muistaa, että objektiivin äärettömän tarkennuskohta saattaa muuttua ilman lämpötilan mukana (Rantalainen 2017).

Live view -tila kannattaa myös jättää päälle tai vaihtoehtoisesti käynnistää aina ennen kuvan ottamista, sillä tällöin suljin on valmiiksi auki eikä aiheuta pienintäkään tärähdystä kuvaan valotuksen alussa. Toinen vaihtoehto on valita kameran asetuksista peilin lukitustoiminto, mikäli sellainen kamerasta löytyy. (Worobiec 2009: 21.) Lisäksi hyvä keino laadukkaan kuvan varmistamiseksi on peittää kameran etsin jollakin, erityisesti jos kuvaa

pitkillä suljinajoilla ja käyttää mitä tahansa valonlähdettä kameran takana valotuksen aikana. Kameran sisälle ja kennolle pääsee nimittäin valoa etsimen kautta, mikä saattaa näkyä kuvan reunoilla. (Priest.)

Suljinaika

Käytettävissä olevan kaluston optimaalisten asetusten hakeminen kannattaa aloittaa sopivan suljinajan valitsemisesta, mihin liittyy olennaisesti käytettävä polttoväli (Mansurov). Polttoväli kannattaa valita mahdollisimman lyhyeksi, eli mahdollisimman laajakulmaiseksi, ellei käytössä ole tähtitaivaan seurantalaitetta tai tarkoituksena kuvata pano-raamoja tai "star traileja". Tällöin kuvaan mahtuu isompi osa taivaalla näkyvää Linnunrataa ja etualaa. Laajakulmaisemmalla polttovälillä on myös mahdollista nostaa suljinaikaa, joka lasketaan "500-säännön" perusteella. (Priest.)

Suurimmasta mahdollisesta suljinajasta puhuttaessa tarkoitetaan suljinaikaa, jolloin tähdet pysyvät vielä terävinä palloina, ilman venymistä, jota on havaittavissa kuvassa 12. Tähtien venyminen kuvissa johtuu maapallon rotaatiosta akselinsa ympäri, jolloin erityisesti päiväntasaajan suunnalla tähdet näyttävät liikkuvan taivaalla todella nopeasti. Pohjantähden suunnalla tähtien liike on hieman hitaampaa. (Priest.) Näin ollen laajakulmaisemmalla objektiivilla liike ei näy yhtä suurena ja suljinaikaa on mahdollista pidentää. Suljinaika määräytyy kuitenkin käytettävän objektiivin mukaan, minkä vuoksi on olemassa kaavoja, joilla suurimman mahdollisen suljinajan voi laskea.



Kuva 12. Suurennetussa kuvassa on huomattavissa tähtien lievää venymistä (Goh 2015).

Suurin mahdollinen suljinaika täyden kennokoon kameroille lasketaan jakamalla luku 500 valitulla polttovälillä, mikä tarkoittaa, että esimerkiksi 14 mm:n polttovälillä on mahdollista nostaa suljinaika pidemmäksi kuin 24 mm:n polttovälillä. Näin saadusta tuloksesta kannattaa kuitenkin vähentää vielä muutama sekunti tarkkojen ja vääristymättömien kuvien takaamiseksi. Esimerkiksi 14 mm:n objektiivilla suurin mahdollinen suljinaika on $500 / 14 = 35,7$ sekuntia, mutta jos käytössä on uusi ja terävä objektiivi, kannattaa tämä pyöristää 30 sekuntiin. (Priest.) Jotkut käyttävätkin 500-säännön sijaan 350-sääntöä, jossa luku 350 jaetaan polttovälillä. Tällä kaavalla saatava suurin mahdollinen suljinaika varmistaa, etteivät tähdet veny. (Rantalainen 2017.) Tällöin esimerkiksi 14 mm:n objektiivin sopiva suljinaika olisi $350 / 14 = 25$ sekuntia.

Pienemmille APS-C-kennoille on myös oma kaavansa, josta on muutama eri variaatio. Toinen vaihtoehto on jakaa luku 300 käytettävällä polttovälillä, jolloin kyseessä olisi ”300-sääntö” (Cabe 2017). Lähes samaan tulokseen päätyy myös jakamalla ensin luku 500 käytettävällä polttovälillä, joka jaetaan vielä ns. ”croppikertoimella”. Kameran valmistajasta riippuen tämä kerroin on joko 1,5 tai 1,6. Tällöin kaava olisi esimerkiksi muodossa $500 / \text{polttoväli} / 1,6 = \text{pisin mahdollinen suljinaika}$. (Kort.)

Oman kokemukseni perusteella edellä mainittu 500-sääntö on hieman liian väljä, mutta sen sijaan 350-sääntö varsin pätevä, mikäli haluaa välttää tähtien venymisen. Jopa kyseisellä 350-säännöllä saattavat reuna-alueiden tähdet hieman venyä, minkä vuoksi olen itse käyttänyt 14 mm:n objektiivilla 20 sekunnin tai enintään 30 sekunnin suljinaikaa ja ennemmin nostanut ISO-arvoa hieman korkeammaksi.

Aukko

Optimaalisen aukon ja herkkyuden valinta on hieman haastavampaa, sillä suurin mahdollinen aukko saattaa aiheuttaa kulma-alueiden pehmenemistä ja vinjetointia, kun taas suuremmat herkkyudet lisäävät kohinaa (Mansurov). Yleisesti ottaen Linnunrataa kannattaa kuvata, kuitenkin objektiivista riippuen, suurimmalla mahdollisella aukolla tai muuttaman aukon pienemmällä. $f/4$ -aukko tai sitä pienemmät aukot alkavat kuitenkin olla liian pimeitä. (Priest.) Aukon voi siis asettaa aluksi suurimmaksi mahdolliseksi ja myöhemmin pienentää, mikäli kuvien tarkkuus täydellä aukolla ei riitä (Tretjakov 2014).

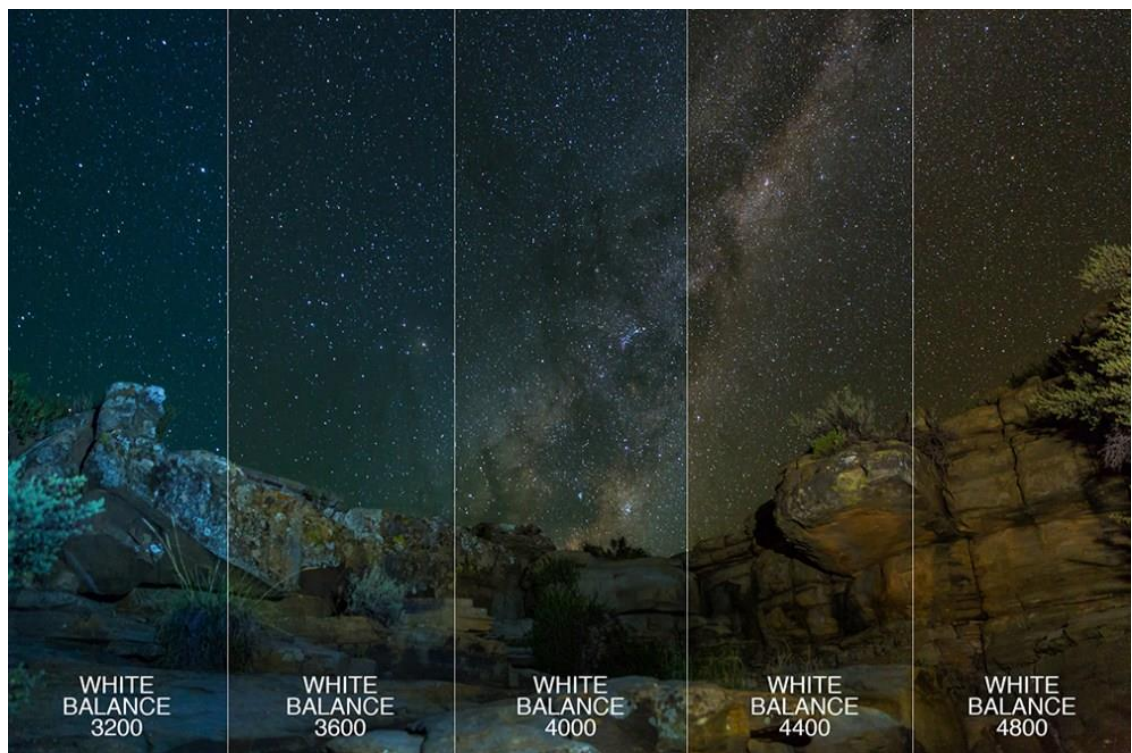
Herkkyys

Mikäli käytössä ei ole tähtitaivaan seurantalaitetta, joutuu ISO-arvon nostamaan 2500–6400:n tienoille. Korkeammat ISO-arvot lisäävät kuvan valotusta, mutta tuottavat enemmän kohinaa. (Priest.) Korkea ISO-arvo ja sen mukana syntynyt kohina pystytään kuitenkin siistimään jälkikäsitelyssä, mikäli käytetään stacking- eli pinoamistekniikkaa, joten korkealta tuntuvia ISO-arvoja ei kannata vältellä liikaa. Pinoamista käsitellään lisää luvussa 3.4.

Oman kokemukseni perusteella optimaalisen valotuksen löytäminen vaatii kokeilua ja oman kaluston rajojen tuntemista, sillä kaikissa edellä mainituissa asetuksissa on myös kääntöpuolensa. Pitkät suljinajat muodostavat venyneitä tähtiä, korkeat herkkyudet kohinaa ja suuret aukot pehmentävät kuvaa ja aiheuttavat vinjetointia. Lopulta kyseessä on optimaalisen kompromissin löytäminen valotuksen ja haittavaikutusten välillä. Kuvanlaatua on kuitenkin mahdollista parantaa huomattavasti eri tekniikoilla ja lisävarusteilla, kuten tähtitaivaan seurantalaitteella tai kuvien pinoamisella.

Valkotasapaino

Aiemmin mainittujen asetusten lisäksi kannattaa myös valkotasapaino valita manuaalisesti. Sopiva arvo on yleensä paikasta riippuen välillä 3000–4000 K. Tätä on kuitenkin mahdollista hienosäätää jälkikäsitellyssä, kunhan kuvaa RAW-kuvia, mutta jo lähtökohteisesti oikein valittu valkotasapaino helpottaa jälkikäsitelyä. Manuaalisesti asetettu valkotasapaino helpottaa myös ajastetussa kuvauksessa ja panoraamojen kuvaamisessa, jolloin kuvien välille ei pääse syntymään vaihtelevasta valkotasapainosta johtuvia sävyeroja, kuten kuva 13 havainnollistaa. (Priest.)



Kuva 13. Linnunrata kuvattuna eri valkotasapainoilla (Schmitz).

Kohinanvaimennus

Lisäksi huomionarvoisia asetuksia ovat kameran sisäänrakennetut kohinanvaimennukset. Kohinanvaimennusasetuksia on kahta eri tyyppiä. Toinen on korkeiden ISO-arvojen kohinanvaimennus, mutta se ei vaikuta RAW-kuvia kuvatessa, ja toinen taas pitkien suljinaikojen kohinanvaimennus. Jälkimmäisestä on jonkin verran hyötyä, sillä se poistaa kuvasta niin kutsutut ”kuumat pikselit”, joita syntyy kennon lämmitessä pitkien

valotusten aikana. Tämän kääntöpuolena on kuitenkin kaksinkertaistunut suljinaika, sillä kamera ottaa toisen kuvan suljin alhaalla, eli täysin pimeään kuvan, ja vertaa sitä ensimmäiseen, minkä perusteella se sitten poistaa varsinaisesta kuvasta häiriökohdat. (Priest.) Pitkillä suljinajoilla kuvatessa kaksinkertaistunut suljinaika saattaa kuitenkin tuntua turhauttavan pitkältä, sillä kohinaa on mahdollista siistiä vielä jälkikäsitelystä.

3.4 Kuvaustekniikka ja luovuus

Linnunradan kuvaaminen kannattaa aloittaa huolellisesta suunnittelusta ja pakkaamisesta. Kun kaikki on valmista kuvausretkeä varten, kannattaa kuvauspaikalle saapua jo ennen pimeää, jotta ympäristö hahmottuu paremmin ja jää aikaa suunnitella, millaisen etualan haluaa mihinkin kuvaan. Samalla voi jo miettiä, haluaako kenties valaista jotakin etualan elementtiä valotuksen yhteydessä. (Sorvari 2019.)

Kuvan etualan ja elementtien valitseminen ovat ratkaisevassa osassa kiinnostavan kuvan luomisessa. Kuvia kannattaa ottaa runsaasti ja hakea pienillä muutoksilla juuri optimaalinen sommitelma asetuksineen. (Kiviluoma 2019.) Tällöin on myös todennäköisempää, että kuvaan pääsee sattumalta mukaan myös tähdenlento. Kuvan etuala antaa katsojalle myös mittakaavan ja toimii samalla elementtinä, joka kiinnittää katsojan huomion ja antaa Linnunradan toimia tukevana elementtinä taustalla (Himari 2019.) Aloittelevalle Linnunradan kuvaajalle eräs keino on myös alkuun yrittää jäljitellä muiden valokuvaajien tuotoksia ja tätä kautta etsiä omaa tyyliä. (Quinn 2015.)

Helppo ja yksinkertainen tapa aloittaa Linnunradan kuvaaminen on kuvaaminen yksittäisillä valotuksilla. Myöhemmin laadukkaampaan lopputulokseen pyrkiessä voi kuitenkin harkita tähtitaivaan seurantalaitteen ostamista ja erilaisten pinoamistekniikoiden käyttämistä (Sorvari 2019.) Näillä eri tekniikoilla on mm. mahdollista siistiä kuvien kohinaa, valottaa etuala ja taivas erikseen ja/tai tarkentaa erikseen etualan elementteihin ja taivaaseen, jolloin kuva on terävä läpi kuvan.

Pinoaminen

Joskus tilanne saattaa vaatia kahta tai useampaa eri valotusta, kun halutaan kuvata esimerkiksi etualalla oleva ihminen tai nuotio taustalla olevaa Linnunrataa vasten, kuten

kuvassa 14. Tällöin Linnunrataa varten voidaan käyttää pidempää valotusta, kun taas etuala saadaan valotettua teräväksi ja oikein lyhyemmällä suljinajalla. Tässä voi käyttää myös apuna otsalamppua tai kuun valoa, jolloin otsalampulla valaisee etualaa juuri sen aikaa, että etuala valottuu oikein. (Linkola 2019.)



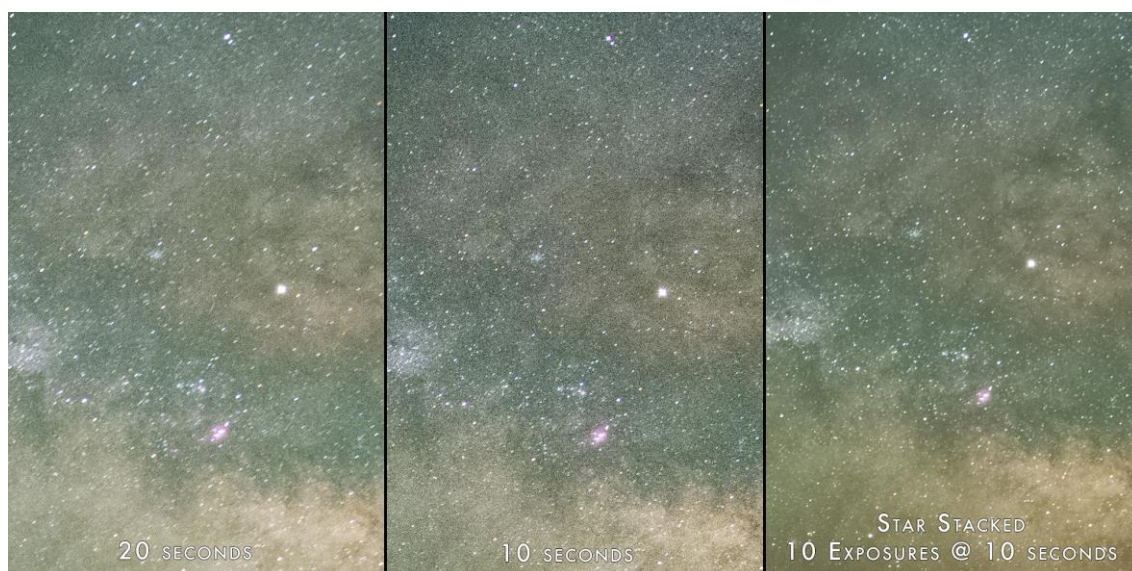
Kuva 14. Tässä kuvassa valotin myrskylyhdyn ja Linnunradan erikseen. Vasemmalta oikealle valotus myrskylyhdyn mukaan (4s, f/4, ISO 640), valotus Linnunradan mukaan (30s, f/4, ISO 6400) ja lopullinen kuva, jossa nämä on yhdistetty. Lopullista kuvaa on muiden säätöjen lisäksi myös hieman manipuloitu rantakallion ja horisontin osalta kuvan tasa-painottamiseksi. Kuvassa käytetty kamera oli Canon 6D ja objektiivi Sigma 24–105 mm f/4.

Etuala on vastaavasti mahdollista valottaa myös pidemmällä suljinajalla, jos etualalla ei ole liikkuvia elementtejä tai jos esimerkiksi merestä halutaan samettisen peiton näköinen, minkä pitkä suljinaika saa aikaiseksi. Jos valotusta pidennetään huomattavasti, on tällöin mahdollista laskea myös ISO-arvoa, mikä tarkoittaa vähemmän kohinaa. (Woodworth.) Näin ollen etualan erikseen valottamalla siitä on mahdollista saada myös puhtaampi ilman näkyvää kohinaa.

Taustaa ja etualaa erikseen valottaessa voi miettiä haluaako myös tarkennuksen erikseen, jolloin sekä Linnunrata että etuala olisivat erikseen valotettuja ja tarkennettuja. Tällöin kuvasta on mahdollista saada kauttaaltaan terävä. Tästä tekniikasta käytetään termiä ”focus stacking”. Usein tätä tekniikkaa käytettäessä onkin tapana ottaa kahden

valotuksen sijasta useita valotuksia, jolloin kuvan syväterävyydestä saadaan varmasti halutun suuri. (Tretjakov 2018.)

Toinen hyödyllinen tekniikka on kuvien pinoaminen kohinan poistamiseksi. Tästä käytetään usein nimitystä ”star stacking”. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että sama kuva valotetaan moneen kertaan, usein jopa kymmenen kertaa. Kuvauksen jälkeen nämä käytännössä identtiset kuvat yhdistetään siihen tarkoitetulla ohjelmalla, joka kohdistaa nämä valotukset päällekkäin. Tunnistamalla pikselien kirkkauden ja sävyn pystyy ohjelma arvioimaan alueet, joista on mahdollista vähentää kohinaa. Näin ollen kuvan signaalin ja kohinan välinen suhde paranee ja kuvasta saadaan huomattavasti puhtaampi ilman, että menetetään yötaivaan yksityiskohtia, kuten kuvan 15 esimerkistä käy ilmi. (Woodworth.)



Kuva 15. Kuvien pinoamisen merkitys kohinanpoistossa. Vasemmalta oikealle yksittäinen 20 sekunnin valotus, yksittäinen 10 sekunnin valotus ja 10 pinottua 10 sekunnin valotusta. (Woodworth.)

Star tracker eli tähtitaivaan seurantalaitte

Yksi yökuvauksen haasteista on tähtien liikkeen pysäyttäminen ilman, että ne venyvät viiruiksi. Tämä tarkoittaa siis, että suljinaikaa ei voi pidentää tiettyä rajaa pidemmäksi, paitsi jos käytössä on ”star tracker” eli tähtitaivaan seurantalaitte. Tällöinkin raja tulee jossain kohtaa vastaan, mutta seurantalaitteella on silti mahdollista päästä

huomattavasti pidempiin suljinaikoihin, jopa useisiin minuutteihin. Seurantalaitte onkin jossain määrin pakollinen hankinta, jos Linnunradan kuvaamisen haluaa viedä vielä pidemmälle (Sorvari 2019).

Alun perin nämä seurantalaitteet suunniteltiin teleskoopeille, jotta tähtitaivaan tarkkailijan ei tarvinnut jatkuvasti kohdistaa teleskooppia tähtitaivaan mukana. Nykyään valokuvauksessakin käytetty tähtitaivaan seurantalaitte toimii samalla periaatteella. Seurantalaitte kohdistetaan Pohjantähteen maapallon akselin mukaisesti, minkä jälkeen se liikuttaa kameraa samalla vauhdilla kuin maapallon rotaatio, mutta päinvastaiseen suuntaan, jolloin kuva pysyy liikkumattomana. (Quinn 2018.)

Haasteena on kuitenkin kuvien jälkikäsittely, sillä jos etualalla on maisema, jossa on esimerkiksi yksityiskohtaisia puita tai muita muotoja, vaatii erikseen valotetun etualan ja seurantalaitteella kuvatun taivaan yhdistäminen tarkkaa työskentelyä jälkikäsittelyssä. Suoraviivaisempi etuala on huomattavasti helpompi liittää jälkikäsittelyssä tähtitaivaaseen, joten jo kuvan suunnitteluvaiheessa kannattaa ottaa huomioon lopullinen kuva ja siihen vaadittava jälkikäsittely. (Quinn 2018.) Seurantalaitteella kuvattu tähtitaivas ja erikseen valotettu etuala on kuitenkin helppo kohdistaa tähtien perusteella. Tällöin on esimerkiksi mahdollista kuvata etuala jo ennen kuin yö on pimeimmillään. (Sorvari 2019.)

Star trail

Joissain tapauksissa tähtien venyminen on kuitenkin suotuisaa ja jopa tavoiteltua. Tällöin puhutaan ”star trail” -kuvista, joissa tähdet ovat piirtyneet pitkistä viiruista muodostuvaksi ympyräksi, tai osaksi sitä, kuten kuvassa 16. Kuvauspaikasta riippuen star trailin voi kuvata joko yhdellä todella pitkällä valotuksella tai usealla lyhyemmällä, jotka yhdistetään jälkikäsittelyssä joko Photoshopilla tai erityisesti star traileja varten suunnitelluilla ohjelmilla kuten Startrails.de tai StarStax. (Rantalainen 2017.)

Kuvaustekniikka poikkeaa jonkin verran aiemmin käsitellyistä tekniikoista, sillä star trailia kuvatessa kannattaa kamera asettaa sarjakuvaukselle ja lukita lankalaukaisimen nappi pohjaan noin tunnin ajaksi. Tällöin kamera valottaa asetuksista riippuen joitakin satoja kuvia, joissa asetukset voivat olla esimerkiksi polttoväli 16 mm, ISO 3200, f/4,5 ja suljinaika 20 sekuntia. (Rantalainen 2017.) Haittapuolena tässä on kuitenkin se, että

kameran kenno saattaa ylikuumentua, mikä näkyy kuvissa kuolleina tai kuumina pikseleinä (Mikkonen 2019). Kuvausretken jälkeen kuvat yhdistetään yhdeksi star trail -kuvaksi esimerkiksi joillakin edellä mainitulla ohjelmalla (Rantalainen 2017).



Kuva 16. Star trail -kuvissa tähdet venyvät pitkiksi viiriksi, jotka kiertävät Pohjan tähden ympärillä (Priest).

4 Kuvien jälkikäsittely

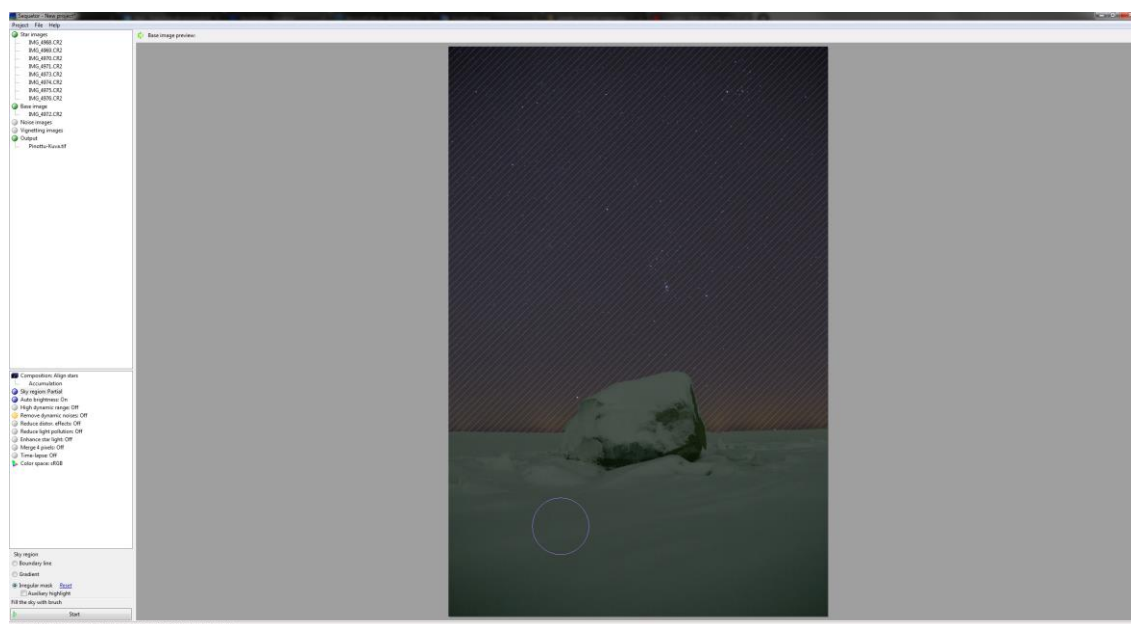
Linnunratakuvat, kuten käytännössä kaikki muutkin ammattitason kuvat, vaativat jälkikäsittelyn, sillä suoraan kamerasta otetut RAW-kuvat ovat todella latteita eikä niistä erota Linnunrataa juurikaan (Rantalainen 2017). Jälkikäsittely ei kuitenkaan tee kuvasta automaattisesti parempaa, vaan kuva on mahdollista myös pilata jälkikäsittelyssä (Sorvari 2019). Jälkikäsittelyyn on olemassa useita ohjelmistoja, mutta tässä insinööriyössä keskitytään Adobe Lightroom- ja Adobe Photoshop -ohjelmistoilla tehtävään jälkikäsittelyyn.

Ennen varsinaiseen jälkikäsittelyyn siirtymistä kannattaa samaa kuvaa varten otetut valotukset pinota siihen tarkoitetulla ohjelmalla (Schmitz). Kuvissa, joissa täytyy yhdistää

erikseen valotettu etuala ja taivas, voi varsinaisen jälkikäsittelyn tehdä ennen kuvien yhdistämistä. Tällöin jälkikäsittelyn voi aloittaa käymällä molempien kuvien säädöt läpi ensin Adobe Lightroom -ohjelmassa ja tämän jälkeen yhdistää kuvat Adobe Photoshop -ohjelmassa tasomaskien avulla.

Kuvien pinoaminen

Kuvien pinoamisella eli ”stacking”-tekniikalla tarkoitetaan useamman samaa kuvaa varten otetun valotuksen yhdistämistä yhdeksi kuvaksi. Pinoamiseen tarkoitettuja ohjelmia on useita sekä Windows- että Mac OS -käyttöjärjestelmille. Tällaisia ovat muun muassa Sequator (kuva 17), Deep Sky Stacker, Starry Landscape Stacker, PixInsight ja Photoshop. Osa ohjelmista on kuitenkin maksullisia ja niiden käyttö vaatii opettelua. (Woodworth.)



Kuva 17. Valotusten pinoaminen Sequator-ohjelmalla. Esimerkin kuvaan on valittu yhdeksän valotusta, joiden etuala on maskattu, eli erotettu taivaasta.

Toimintaperiaate näissä kaikissa ohjelmissa on kuitenkin pitkälti sama. Ohjelma pyrkii tunnistamaan signaalin, eli valonlähteen, ja kohinan, jonka perusteella se kohdistaa eri valotukset. Koska korkeista ISO-arvoista ja pitkistä suljinajoista syntyneen kohinan sijainti eri valotuksissa vaihtelee, pystyy ohjelma laskemaan useammasta valotuksesta

pinotun kuvan yksittäisille pikseleille signaalin ja kohinan keskiarvot. Tämän seurauksena kuvassa esiintyvä kohina vähenee merkittävästi. (Woodworth.)

Kuvasta ja ohjelmasta riippuen voi etualan joutua ”maskaamaan” eli erottelemaan taivaasta, jotta ohjelma ei yritä kohdistaa etualaa kohdistessaan tähtitaivaan eri valotuksia. Oman kokemuksen perusteella ainakin Sequator-ohjelma myös kirkastaa ja laskee kuvan kontrastia pinoamisen myötä (kuva 18). Tämä kuitenkin tarkoittaa, että kuvaa on mahdollista säätää jälkikäsitellyssä melko voimakkaasti.



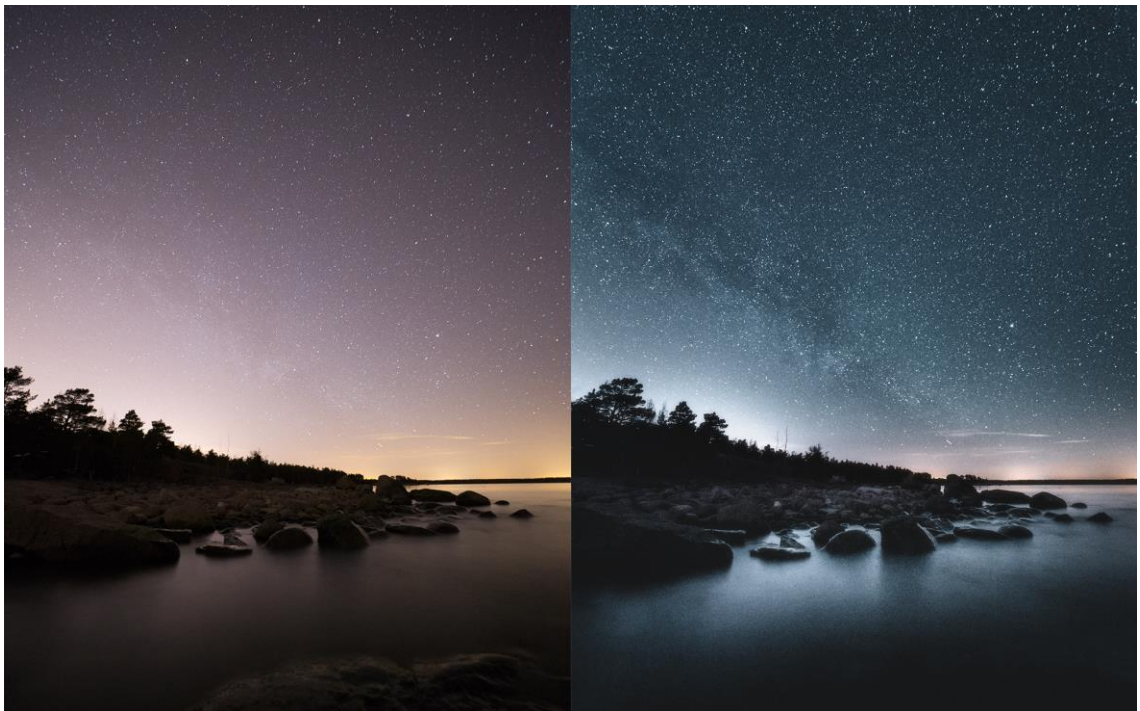
Kuva 18. Vasemmalla yksittäinen valotus (kuvaa suurennettu esimerkin havainnollistamiseksi) ja oikealla yhdeksästä valotuksesta Sequator-ohjelmalla pinottu kuva. Molemmissa tapauksissa suljinaika oli 15 sekuntia, ISO 6400 ja aukko f/4. Kuvassa käytetty kamera oli Canon 6D ja objektiivi Sigma 24–105 mm f/4.

Adobe Lightroom

Varsinainen jälkikäsitely kannattaa aloittaa säätämällä valkotasapainon kohdalleen Adobe Lightroomissa. Todellisuudessa yötaivas ei ole sininen eikä musta, joten valkotasapaino on jokaisen oma päätös siitä, pyrkiikö luonnollisuuteen vai johonkin muuhun tyyliin. Tämän jälkeen kannattaa kokeilla highlights-, whites-, shadows- ja blacks-säätimien vaikutusta kuvaan. Yleensä auttaa, kun nostaa valkoisia ja varjoja ja laskee

kirkkaita ja mustia. Tämän jälkeen voi lisätä hieman kontrastia curves-säätimellä tekemällä käyrästä s-käyrän, joka tummentaa varjoja ja vaalentaa kirkkaita. Myös clarity- ja dehaze-säätimet auttavat korostamaan tähtiä yötaivaalta, mutta niiden kanssa kannattaa olla tarkkana, ettei tee kuvasta liian luonnotonta. (Rantalainen 2017.)

Lightroomin työkaluvalikon graduated filter, radial filter ja adjustment brush ovat myös erityisen hyödyllisiä työkaluja säätöjen kohdistamiseksi vain valitulle alueelle. Näillä työkaluilla on esimerkiksi mahdollista kirkastaa erikseen kuvan etualaa, kuten olen kuvan 19 jälkikäsittelyssä tehnyt. Usein myös taivas vaatii erillistä käsittelyä, eivätkä samat säädöt toimi sekä etualaan että taivaaseen. Tällöin graduated filter on erityisen kätevä vaikutusalueen raajamiseksi. Viimeiseksi ennen Photoshopin puolelle siirtymistä kannattaa hienosäätää värikylläisyydet ja sävyt kohdalleen HSL-valikon alta ja vähentää kohinaa luminance noise -säätimellä (Rantalainen 2017).



Kuva 19. Vasemmalla RAW-kuva ja oikealla käsitelty kuva, jossa yötaivaan sävyä on käännetty melko rajusti kohti sinistä. Kuva myös havainnollistaa, kuinka alhaalla pohjoisessa Linnunrata näyttäytyy maaliskuun lopulla, jolloin myös Linnunradan kirkkain keskus on reilusti horisontin alapuolella. Kuva on otettu Emäsalossa Canon 6D kameralla ja Samyang 14 mm f/2.8 -objektiivilla. Asetukset kuvassa olivat suljinaika 30 sekuntia, ISO 5000 ja aukko f/2.8.

Adobe Photoshop

Jälkikäsittelyä voi tarvittaessa jatkaa vielä Photoshopin puolella, jossa kuvaan kannattaa lisätä vielä hieman kontrastia curves adjustment layer -säätimellä. Tämä tehdään lisäämällä valoisuutta s-käyrän vaaleisiin ja vähentämällä tummien valoisuutta. Tämän jälkeen vaikutusalue kannattaa rajata Linnunradan alueelle tasomaskin avulla. (Rantalainen 2017.)

Linnunrataa voi vielä korostaa hieman lisää yhdistämällä tasot ja tekemällä tasosta uuden kopion, jonka sekoitustilaksi valitaan multiply eli kertova (Rantalainen 2017). Tämä sekoitustila lukee jokaisen kanavan väritiedot ja kertoo perusvärin sekoitusvärillä, jolloin tulosväri on tummempi. Sen sijaan valkoisella kerrottaessa tulos on alkuperäinen. (Adobe 2018.) Näin ollen voi kuvaa varovasti maalata mustan tasomaskin ja valkoisen pensselin avulla. Maalaus kannattaa kohdistaa Linnunradan päälle ja sivuille, mikä tummentaa taustataivasta ja vaalentaa tähtisumuja, kuten kuvan 20 eri vaiheista nähdään. (Rantalainen 2017.)



Kuva 20. Mikael Rantalaisen työvaiheet linnunratakuvan jälkikäsittelyssä (Rantalainen 2017).

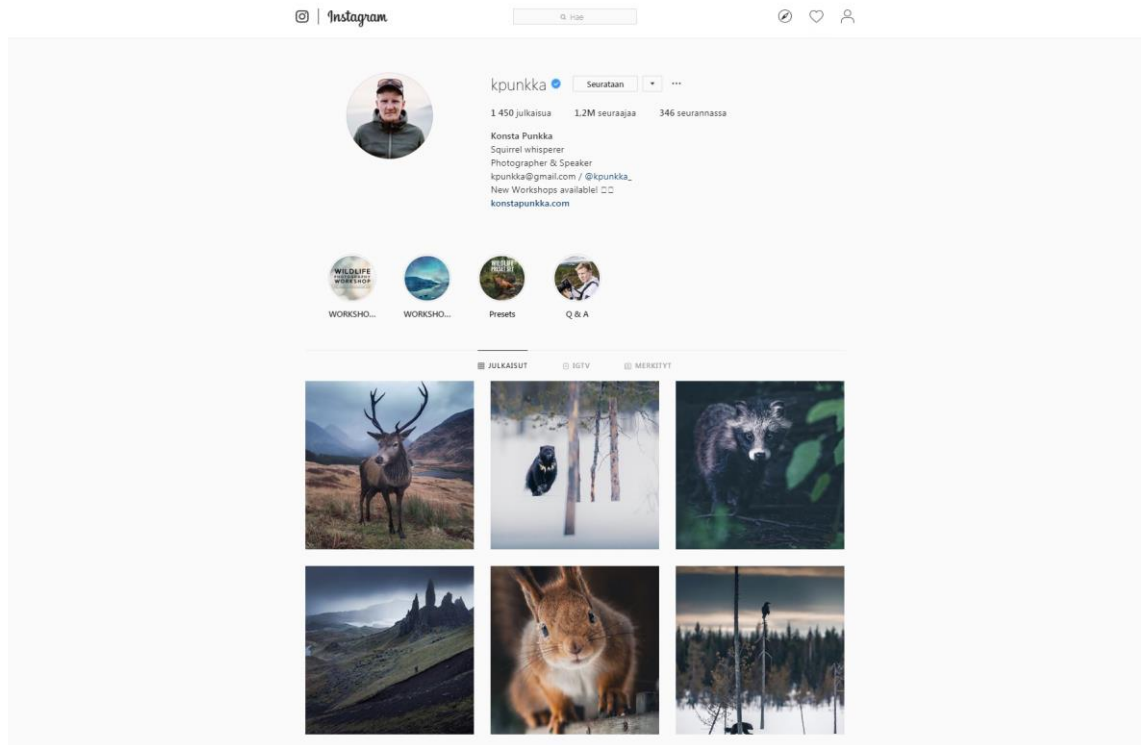
5 Kuvien julkaiseminen ja myyminen

Nykyäänä sosiaalisessa mediassa on useita kanavia, joihin on mahdollista ladata kuvia muiden nähtäväksi. Kuvata voi toki myös ihan vain omaksi iloksi, mutta todennäköisesti suurin osa valokuvaajista haluaa esitellä kuviaan yleisölle ja mahdollisesti myös myydä niitä. Tässä kohtaa täytyy siis miettiä, miten ja missä muodossa haluaa kuviaan julkaista tai myydä ja kuinka ison yleisön julkaisukanava tavoittaa.

Julkaisukanavat

Sosiaalisen median eri kanavat ovat mahdollistaneet monen valokuvaajan uran ja urakehityksen. Tämä käy ilmi myös insinööriyön haastateltavien vastauksista, sillä lähes kaikki olivat sitä mieltä, että sosiaalisella medialla on ollut iso merkitys heidän uransa kannalta eivätkä he olisi nykyisessä asemassaan ilman sosiaalista mediaa. Sosiaalinen media voi myös toimia kannustimena kehittyä valokuvaajana, sillä parhaimmillaan yhteisöt ovat todella tiiviitä ja positiivinen palaute voi kannustaa haastamaan itsensä pyrki- myksessä vielä paremmaksi valokuvaajaksi.

Itselleni tärkeimpinä kanavina ovat toimineet Facebook ja erityisesti Instagram, joka myös jossain määrin sytytti kiinnostukseni valokuvaamiseen viisi vuotta sitten. Facebookissa kuvat eivät kuitenkaan tavoita juuri kaveripiiriä isompaa yleisöä, ellei julkaise kuviaan esimerkiksi valokuvaajille tarkoitetuissa ryhmissä, joissa seuraajia saattaa olla tuhansia. Instagramissa taas seuraajia saattaa kertyä ajan myötä tuhansia tai jopa kymmeniä tuhansia. Tästä esimerkkinä kotimainen luontokuvaaja Konsta Punkka, jolla on vuoden 2019 huhtikuussa peräti 1,2 miljoonaa seuraajaa (kuva 21) (Punkka 2019). Instagramista onkin muodostunut viime vuosien aikana eräänlainen portfolio erityisesti valokuvaajille (Linkola 2019). Haastateltaviltani kysyttäessä lähes kaikki olivat sitä mieltä, että Instagramilla on ollut todella suuri merkitys heidän valokuvaajan uransa kannalta.



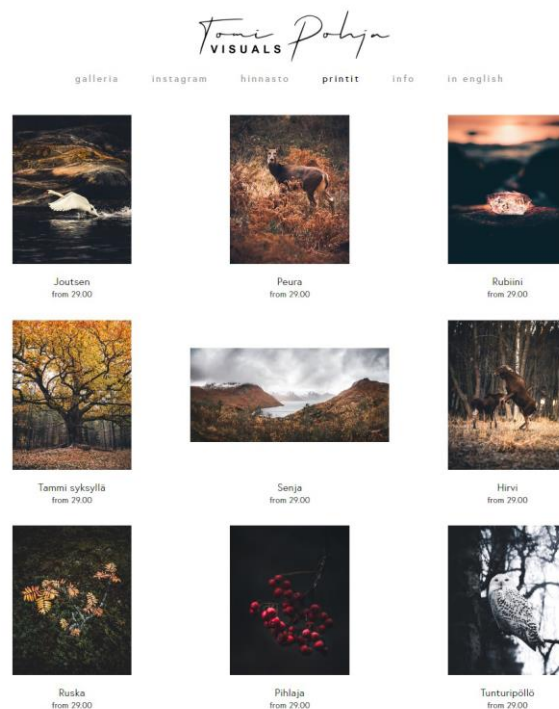
Kuva 21. Konsta Punkkan Instagram-tili huhtikuussa 2019 (Punkka 2019).

Digitaalisten kanavien lisäksi on mahdollista myös pyrkiä julkaisemaan kuviaan fyysisessä muodossa, kuten näyttelyihin tarkoitetuilla tulosteilla tai aikakauslehtien kuvitukseksi. Kuvien julkaiseminen ja myyminen sekä digitaalisesti että fyysisesti lisää monipuolisuutta, mikä on erityisen tärkeää jatkuvasti muuttuvalla ja kilpaillulla alalla. Tämä vaatii kuitenkin aktiivisuutta ja oma-aloitteisuutta. (Himari 2019.)

Myynti

Jossain vaiheessa saattaa eteen tulla tilanne, jolloin valokuvausta haluaa tehdä harrastuksen sijaan ammatiksi. Tällöin joutuu miettimään, millainen yritysmuoto kannattaa perustaa, jos haluaa toimia ammattivalokuvaajana. Yritysmuotoja ovat yksityinen elinkeinonharjoittaja eli toiminimi, osakeyhtiö, kommandiittiyhtiö, avoin yhtiö ja osuuskunta. On kuitenkin olemassa myös muita vaihtoehtoja, kuten kevytyrittäjyys, jossa yrittäjän ei tarvitse huolehtia kirjanpidosta, laskutuksesta tai veroilmoituksista (Bisnes).

Yritysmuodon jälkeen tarvitaan myös myyntikanava, jossa voi myydä kuviaan digitaalisesti tai esimerkiksi tulosteina. Nykyään verkkosivujen tekemisestä mallipohjien avulla on tehty niin helppoa, että omat sivut ja verkkokaupan voi luoda muutamassa tunnissa ilman aiempaa osaamista alalta. Tällaisia valmiita alustoja tarjoavat esimerkiksi Squarespace (kuva 22) ja Wix. Oman verkkokaupan lisäksi on mahdollista ulkoistaa myyntipalveluihin, kuten Printleriin, joka hoitaa kuvien myynnin, tulostamisen, lähetyksen ja laskutuksen valokuvaajan puolesta. Nämä palvelut kuitenkin veloittavat osuuden myydyistä tulosteista.



Kuva 22. Squarespace-alustalla luotu verkkokauppa tulosteilleni.

Kuvia on mahdollista myydä myös ”stokkikuviksi” eli palveluihin, joissa käyttäjä voi hakea avainsanojen perusteella kuvia ja ostaa oikeudet kuvien kaupalliseen käyttöön, jolloin valokuvaaja saa jokaisesta myydystä oikeudesta pienen korvauksen. Tällaisia palveluita ovat mm. Shutterstock, Stockphoto, Gettyimages ja iStock. Haasteena niissä on kuitenkin se, että palveluissa on jo etuudestaan paljon kuvia ja kilpailu tällä alalla ei ole enää kovin kannattavaa (Linkola 2019).

Markkinointi

Jotta kuvat tavoittavat potentiaalisen yleisön, tulisi kuvia pystyä myös markkinoimaan. Markkinointi vaatii kuitenkin aktiivisuutta ja monipuolisuutta, sillä esimerkiksi pelkkä aktiivisuus sosiaalisessa mediassa ei välttämättä riitä. Vaikka kaikki insinööriyön haastateltavat kokivat sosiaalisen median tärkeänä uran ja markkinoinnin kannalta, painottivat lähes kaikki myös monipuolisuutta. Monipuolisuutta kannattaa lisätä myös internetin ulkopuolelle (Mikkonen 2019). Usein kaupat solmitaan internetin ulkopuolella, vaikka sosiaalinen media mahdollistaakin uusia kontakteja. Näin ollen aktiivisuus erilaisissa tapahtumissa ja yhteistöissä on tärkeää uusien asiakassuhteiden solmimiseksi. (Linkola 2019.)

Aktiivisuus ja nimen saaminen sosiaalisessa mediassa on kuitenkin tärkeää, sillä se saattaa luoda tarvittavan uskottavuuden, jota valokuvaaja tarvitsee (Sorvari 2019). Sosiaalinen media voi myös toimia verkkosivujen tavoin käyntikorttina uusille asiakassuhteille. Kävijämäärä verkkosivuilla saattaa kuitenkin jäädä valokuvaajilla pieneksi. (Linkola 2019.) Tällöin monipuolisuus on entistä tärkeämpää.

6 Yhteenveto

Insinööriyössä perehdyttiin Linnunradan valokuvaamiseen ja siihen liittyvään teoriaan ja käytäntöön. Työhön liittyi myös kotimaan luonto- ja maisemakuvaajien piireissä tunnettujen valokuvaajien sekä yhden ulkomaalaisen valokuvaajan haastattelu. Haastattelut toteutettiin joko sähköpostitse tai keskusteluna. Haastatteluiden avulla kerätyistä vastauksista saatiin arvokasta tietoa alan osaajilta, sillä kaikki haastateltavista harrastavat tai ovat harrastaneet Linnunradan kuvaamista. Vastaukset toimivat työssä tärkeänä tukena muiden lähteiden ohella.

Insinööriyössä käsiteltiin Linnunradan valokuvaamisen eri vaiheita aina sopivan kuvauskaluston valitsemisesta valmiiden kuvien julkaisemiseen ja myymiseen. Laadukkaiden kuvien ottaminen edellyttää teorian ymmärtämistä, minkä vuoksi työssä perehdyttiin myös kameroiden ja objektiivien toimintaan ja Linnunradan näkymiseen Suomessa eri vuodenaikoina.

Valokuvaajan on tärkeää tietää eri kameroiden ja objektiivien eroavaisuudet ja valita kalusto, joka soveltuu Linnunradan kuvaamiseen. Laadukkaaseen lopputulokseen pyrkien on myös erityisen tärkeää ymmärtää kamerasäätöjen vaikutus kuvaan, sillä oikeiden asetusten valinta kuvaustilanteessa on ensimmäinen edellytys onnistuneelle kuvalle, vaikka kuvaa on mahdollista korjata vielä jälkikäsittelyssä.

Kuvauksen suunnittelu on hyvä aloittaa ajoissa, sillä Linnunradan näkyminen vaihtelee huomattavasti eri vuodenaikoina ja eri puolilla maapalloa. Linnunrata erottuu vain tarpeeksi pimeässä ympäristössä, joten myös valosaaste ja sen suunta on tärkeää huomioida kuvausta suunnitellessa. Esimerkiksi kesäyöt ovat Suomessa niin valoisia, ettei Linnunrata erotu lainkaan.

Ennen insinööriyön tekemistä tiesin jonkin verran Linnunradan valokuvaamisesta ja olin käynyt kuvaamassa sitä muutamia kertoja. Nyt kuitenkin koen, että olen oppinut paljon pieniä, mutta olennaisia asioita sekä uusia tekniikoita. Tulevaisuudessa uskon onnistuvani Linnunradan kuvaamisessa vielä paremmin.

Linnunradan kuvaaminen on yksi valokuvauksen haasteellisimmista muodoista, sillä olosuhteet, vaadittava kalusto ja kuvaustekniikat poikkeavat päivällä tapahtuvasta valokuvauksesta huomattavasti. Laadukkaan Linnunratakuvan ottaminen edellyttää huolellista suunnittelua ja tarkkaa työskentelyä kuvauskohteessa sekä jälkikäsittelyn yhteydessä. Oppimisprosessi saattaa olla pitkä, mutta se on myös palkitseva.

Lähteet

Banas, Mark. 2014. Travel tripods: Comparing 5 aluminum kits. Verkkoaineisto. <<https://www.dpreview.com/reviews/travel-tripods-comparing-5-aluminum-kits>>. Luettu 2.4.2019.

Biderman, Gabriel. 2014. Night Photography: From Snapshots to Great Shots. United States of America: Peachpit Press.

Cabe, Brady. 2017. The 500 and 300 Rule For Photographing The Night Sky. Verkkoaineisto. Brady Cabe Photographer. <<https://bradycabe.com/blog/2017/2/the-500-and-300-rule-for-photographing-the-night-sky>>. Luettu 4.4.2019.

Engbo, Kristoffer. 2018. Kameran ISO-herkkyys: 6 asiaa, joita et ehkä tiennyt. Verkkoaineisto. Digikuva. <<https://digi-kuva.fi/valokuvaustekniikka/herkkyys/kameran-iso-herkkyys-6-asiaa-joita-et-ehka-tiennyt>>. Luettu 23.1.2019.

Engbo, Kristoffer. 2018. Kameroiden kuvakenttien koot. Verkkoaineisto. Digikuva. <<https://digi-kuva.fi/kamerat/kameroiden-kuvakenttien-koot>>. Luettu 28.1.2019.

Goh, Michael. 2015. The Guide of 500 – Astrophotography. Verkkoaineisto. Michael Goh Photography. <<http://astrophotobear.com/the-guide-of-500-astrophotography/>>. Luettu 4.4.2019.

Gric, Nadia. 2015. Shutter Speed vs. Focal Length Rule for Razor Sharp Photos. Verkkoaineisto. Better Travel Photos. <<https://www.bettertravelphotos.com/blog/item/shutter-speed-vs-focal-length-rule-for-razor-sharp-photos>>. Luettu 24.1.2019.

Himari, Marinella. 2017. Tähtikuvaus – vinkit tähtivalokuvaukseen. Verkkoaineisto. Kaukokaipuu matkablogi. <<https://kaukokaipuumatkablogi.net/tahtivalokuvaus-vinkit-tahtikuvauksen-aloittamiseen/>>. Päivitetty 3.10.2017. Luettu 24.1.2019.

Himari, Marinella. 2019. Outdoor-toimittaja ja valokuvaaja, Wilder Mind Media. Sähköpostiviesti 18.3.2019.

Hull, Craig. Best Camera for Astrophotography. Verkkoaineisto. Expert Photography. <<https://expertphotography.com/best-astrophotography-camera/>>. Luettu 28.1.2019.

Joseph, Cole. Crop Vs Full Frame – Which Camera Do You Need? Verkkoaineisto. Cole's Classroom. <<https://www.colesclassroom.com/crop-vs-full-frame-camera-need/>>. Luettu 29.1.2019.

Kevytyrittäisyys. Verkkoaineisto. Bisnes. <<https://bisnes.fi/kevytyrittajisyys/>>. Luettu 10.4.2019.

Kiviluoma, Henri. 2019. Valokuvaaja ja sisällöntuottaja, TMI Kiviluoma Henri Juhani. Sähköpostiviesti 20.2.2019.

Konsta Punkka. Verkkoaineisto. Instagram. <<https://www.instagram.com/kpunkka/>>. Luettu 1.5.2019.

Kort, Martijn. How To Shoot The Stars And The Milky Way – 500 Rule. Verkkoaineisto. MartijnKort-Photography. <<https://www.martijnkort-photography.com/how-to-shoot-stars-milky-way-500-rule/>>. Luettu 4.4.2019.

Kun, Attila. ISO, Aperture, and Shutter Speed Explained. Verkkoaineisto. Exposure Guide. <<https://www.exposureguide.com/exposure/>>. Luettu 3.4.2019.

Kuusi syytä miksi kannattaa kuvata raw-kuvia. Verkkoaineisto. Kamerakoulu. <<https://kamerakoulu.fi/kuusi-syyta-miksi-kannattaa-kuvata-raw-kuvia>>. Luettu 24.1.2019.

Light pollution map. Verkkoaineisto. Light Pollution Map. <<https://www.lightpollution-map.info/#zoom=4&lat=5759860&lon=1619364&layers=B0FFFFTFFFFF>>. Luettu 24.1.2019.

Linkola, Joonas. 2019. Sisällöntuottaja. Keskustelu 13.3.2019.

Manner, Olli & Mäkelä, Veikko. 2007. Tähtitaivas paljain silmin. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

Mansurov, Nasim. How to Photograph the Milky Way. Verkkoaineisto. Photography Life. <<https://photographylife.com/landscapes/how-to-photograph-the-milky-way>>. Luettu 23.1.2019.

Mikkonen, Mio. 2019. Valokuvaaja, Fotofuusio. Sähköpostiviesti 14.3.2019.

Mitä valkotasapaino tarkoittaa? Verkkoaineisto. Kamerakoulu. <<https://kamerakoulu.fi/mita-valkotasapaino-tarkoittaa>>. Luettu 24.1.2019.

Norman, Ian. 2013. How to Pick a Lens for Milky Way Photography. Verkkoaineisto. Lonely Speck. <<https://www.lonelyspeck.com/lenses-for-milky-way-photography/>>. Luettu 28.1.2019.

Norman, Ian. 2014. A Beginner Astrophotography Kit. Verkkoaineisto. Lonely Speck. <<https://www.lonelyspeck.com/beginner-astrophotography-kit/>>. Luettu 28.1.2019.

Peterson, David. Shooting Modes Explained: What M, AV, TV, P and B Really Mean. Verkkoaineisto. Digital Photo Secrets. <<http://www.digital-photo->

secrets.com/tip/4939/shooting-modes-explained-m-av-tv-p-b-really-mean/>. Luettu 24.1.2019.

Priest, Aaron D. Photographing the Milky Way – A Detailed Guide. Verkkoaineisto. Photography Life. <<https://photographylife.com/landscapes/photographing-the-milky-way>>. Luettu 4.4.2019.

Quinn, Matt. 2015. How to photograph the Milky Way. Verkkoaineisto. <<https://medium.com/get-outside/how-to-photograph-the-milky-way-5b49125c47dd>>. Luettu 29.1.2019.

Quinn, Matt. 2018. Why and How to Use a Star Tracker for Photos of the Night Sky. Verkkoaineisto. PetaPixel. <<https://petapixel.com/2018/07/24/why-and-how-to-use-a-star-tracker-for-photos-of-the-night-sky/>>. Luettu 22.3.2019.

Rantalainen, Mikael. 2017. Yökuvaus – näin saat huikkeitä valokuvia tähtitaivaasta. Verkkoaineisto. Rajala Pro Shop. <<https://blogi.rajalacamera.fi/yokuvaus-huikkeitä-valokuvia-tähtitaivaasta>>. Luettu 2.4.2019.

Rodriguez, Brian. 2019. Valokuvaaja. Sähköpostiviesti 14.3.2019.

Saari, Mikko. 2012. Järjestelmäkameran manuaalisäädöt. Verkkoaineisto. <<https://www.mikkosaari.fi/jarjestelmakameran-manuaalisaadot/>>. Luettu 24.1.2019.

Saari, Mikko. 2012. Valokuvauksen perusteita: polttoväli. Verkkoaineisto. <<https://www.mikkosaari.fi/polttovalii/>>. Luettu 24.1.2019.

Saari, Mikko. 2012. Valokuvauksen perusteita: aukko. Verkkoaineisto. <<https://www.mikkosaari.fi/aukko/>>. Luettu 24.1.2019.

Schmitz, Cory. Single vs. Multiple Exposures: Is Stacking Worth it? Verkkoaineisto. Photographing space. <<https://photographingspace.com/stacking-vs-single/>>. Luettu 25.3.2019.

Schmitz, Tanja. How to choose the correct white balance. Verkkoaineisto. Photographing space. <<https://photographingspace.com/choosing-the-right-white-balance/>>. Luettu 24.1.2019.

Sekoitustilat. 2018. Verkkoaineisto. Adobe. <<https://helpx.adobe.com/fi/photoshop/using/blending-modes.html>>. Päivitetty 15.10.2018. Luettu 9.4.2019.

Simpson, Campbell. 2013. Beginner Vs More Advanced DSLR Features: Specs That Matter. Verkkoaineisto. Gizmodo. <<https://www.gizmodo.com.au/2013/09/beginner-vs-more-advanced-dslr-features-specs-that-matter/>>. Luettu 24.1.2019.

Siersbæk, Poul. 2017. Tätä tarkoittavat objektiivin aukkoarvot. Verkkoaineisto. Digi-kuva. <<https://digi-kuva.fi/valokuvaustekniikka/tata-tarkoittavat-objektiivin-aukkoarvot>>. Luettu 23.1.2019.

Siersbæk, Poul. 2017. Valkotasapainoasetusten käyttö. Verkkoaineisto. Digikuva. <<https://digi-kuva.fi/valokuvaustekniikka/valkotasapainoasetusten-kaytto>>. Luettu 24.1.2019.

Slik Astra ECH-630 Astro-tracker. Verkkoaineisto. Digitarvike. <<https://www.digitarvike.fi/product/108498/slik-astra-ech-630-astro-tracker>>. Luettu 2.4.2019.

Sorvari, Olli. 2018. Linnunrata- ja tähtikuvaus vinkit – haastattelussa Olli Sorvari. Verkkoaineisto. Rajala Pro Shop. <<https://blogi.rajalacamera.fi/linnunrata-ja-t%C3%A4htikuvaus-vinkit-haastattelussa-olli-sorvari>>. Luettu 5.2.2019.

Sorvari, Olli. 2019. Valokuvaaja. Sähköpostiviesti 23.3.2019.

Steiner, Shawn C. Image Stabilization: When to Use it and When to Turn it Off. Verkkoaineisto. <<https://www.bhphotovideo.com/explora/photography/tips-and-solutions/image-stabilization-when-use-it-and-when-turn-it>>. Luettu 24.1.2019.

Sunny 16 -säännön avulla voit valottaa oikein ilman valotusmittaria. Verkkoaineisto. Kamerakoulu. <<https://kamerakoulu.fi/sunny-16-saannon-avulla-voit-valottaa-oikein-ilman-valotusmittaria>>. Luettu 4.4.2019.

Thompson, Mark. 2014. Astrophotography with Mark Thompson. London: Philip's.

Tretjakov, Teemu. 2014. Tähtikuvauksen perusteet. Verkkoaineisto. Digikuvaaja. <<https://digikuvaaja.com/tahtikuvauksen-perustee/>>. Luettu 6.2.2019.

Tretjakov, Teemu. 2018. Focus stacking, eli tarkennuksen pinoaminen, mahdollistaa suuren terävyysalueen makrokuvisa. Verkkoaineisto. Digikuvaaja. <<https://digikuvaaja.com/focus-stacking-mahdollistaa-suuren/>>. Luettu 22.3.2019.

Tähtitaivaan tarkkailu. Verkkoaineisto. Luontoon.fi. <<https://www.luontoon.fi/tahtitai-vaantarkkailu>>. Luettu 4.2.2019.

Uimonen, Aleks. 2019. Valokuvaaja, Aleks Uimonen Photography. Sähköpostiviesti 21.3.2019.

Understanding Focal Length. Verkkoaineisto. Nikon. <<https://www.nikonusa.com/en/learn-and-explore/a/tips-and-techniques/understanding-focal-length.html#>>. Luettu 24.1.2019.

Woodford, Chris. 2018. Digital cameras. Verkkoaineisto. <<https://www.explainthatstuff.com/digitalcameras.html>>. Päivitetty 29.9.2018. Luettu 24.1.2019.

Woodworth, Adam. Star Stacking for Pinpoint Stars and Low Noise. Verkkoaineisto. Adam Woodworth Photography. <<https://adamwoodworth.com/tutorials/star-stacking-for-pinpoint-stars-and-low-noise/>>. Luettu 25.3.2019.

Worobiec, Tony. 2009. The complete guide to digital night & low-light photography. Cincinnati: David & Charles.

Zhang, Michael. 2016. Comparing the Sensor Noise of Top Cameras. Verkkoaineisto. PetaPixel. <<https://petapixel.com/2016/07/08/comparing-sensor-noise-top-cameras/>>. Luettu 29.1.2019.

Haastattelukysymykset

1. Kauanko olet valokuvannut a) harrastuksena b) ammatiksesi?
2. Jos kuvaat ammatiksesi, niin kuvaatko päätoimisesti vai sivutoimisesti?
3. Millaisella kalustolla kuvaat Linnunrataa tai yökuvia? Miten päädyit käyttämään kalustoon?
4. Mitkä ovat tyypilliset työvaiheesi, kun olet kuvaamassa Linnunrataa tai yökuvia?
5. Mitkä ovat mielestäsi tärkeimpiä tekijöitä laadukkaan Linnunrata- tai yökuvan saavuttamiseksi?
6. Myytkö kuviasi a) digitaalisena b) printtinä?
7. Mitä myyntikanavia käytät? Kenelle myynti on kohdennettu?
8. Miten markkinoit kuviasi ja osaamistasi?
9. Kuinka iso merkitys sosiaalisella medially on ollut sinulle uran kannalta?
10. Millaista markkinointia mielestäsi valokuvaajan kannattaa tänä päivänä tehdä?
11. Onko Linnunrata- tai yökuvaaminen vaikuttanut mielestäsi arvoosi valokuvaajana? Miten se on ilmentynyt?
12. Vapaa sana

Haastattelukysymykset englanniksi

1. How long have you photographed a) as a hobby b) as a professional?
2. If you photograph as your profession, is it your main source of income or additional income?
3. What kind of equipment do you use to shoot Milky Way or night shots? Why did you choose this particular equipment?
4. What are your steps from planning a night shoot to having a final image of Milky Way?
5. What aspects do you consider the most important in achieving a high quality shot of a Milky Way?
6. Do you sell your images a) digitally b) printed?
7. Where do you sell your images? What is your target customer group?
8. How do you advertise your images and your services?
9. How important has social media been for your career?
10. What kind of advertising should a photographer do nowadays?
11. Do you consider that shooting Milky Way images has increased your value as a photographer?
12. Would you like to add something?