

SISÄLLYS

Esipuhe	6
OSA I: YÖ- JA MAISEMAVALOKUVAUS	
Tähtivalokuvauksen ihanuus ja kurjuus (<i>Jorma Mäntylä</i>)	12
Yö metsä (<i>Jorma Lubta</i>)	23
Halot, salammat, myrskyt ja muut sääilmiöt (<i>Marko Myllyniemi</i>)	36
Revontulikuvauksen digiaika (<i>Emma ja Henrik Herranen</i>)	48
OSA II: ASTRONOMINEN VALOKUVAUS	
Ccd-kameran toimintaperiaatteet (<i>Hannu Karttunen</i>)	59
Kameratyytit, kaukoputket ja jalustat: soveltuvuus tähtivalokuvaukseen (<i>Hannu Määttänen</i>)	69
Kaukoputken jalusta	83
Seurantajalustan merkitys tähtivalokuvauksessa (<i>Juhani Salmi</i>)	
Tietokoneohjatut eli goto-jalustat (<i>Jorma Koski</i>)	
Sää ja havainnot (<i>Petri Kehusmaa</i>)	93
Kuvauskohteena Kuu (<i>Jorma Mäntylä</i>)	100
Planeettakuvaus (<i>Jorma Mäntylä</i>)	110
Komeetat eli pyrstötähdet (<i>Juhani Salmi</i>)	
Auringon valokuvaus ja auringonpimennykset (<i>Kari Kalervo</i>)	126
Syvän taivaan valokuvaus (<i>Timo-Pekka Metsälä</i>)	136
Kuvien jälkikäsittely (<i>Petri Kehusmaa</i>)	152
Valokuvat tähtitieteessä (<i>Hannu Karttunen</i>)	173
Havaintoyö Nyrölässä (<i>Arto Oksanen</i>)	177
Kirjallisuutta	182
Verkkolähteitä	183
Hakemisto	184



*Valokuvausta Tampereen
Ursan tähtitornilla.
Kuva Henrik Herranen.*

Tähtivalokuvauksen ihanuus ja kurjuus

Jorma Mäntylä

Digitaaliset kamerat ilmaantuivat harrastajien ulottuville 1990-luvun puolivälissä, jolloin niiden hinnat putosivat tavallisten kuluttajien kukkarolle sopiviksi. Lähes samaan aikaan myös tähtiharrastajat alkoivat kokeilla uusia laitteita tähtitaivaan valokuvauksessa. Ammattiastronomiassa digitaalikameroita käytettiin jo 1970-luvulta alkaen.

Astronomisia julkaisuja lukemalla voi päätellä, että digitaalinen valokuvaus on sekä helpottanut taivaanilmiöiden kuvaamista että myös tuonut uusia ongelmia, joihin filmien kanssa työskennelleet kuvaajat eivät törmänneet. Mutta mitä etuja ja ongelmia digitaalisuus on tuonut filmiin verrattuna?

Eduista kirjoittaa tässä kirjassa Hannu Karttunen. Tärkein hyvä puoli on ccd-kennon ylivoimainen herkkyys filmiin verrattuna. Lyhyemmillä valotusajoilla saadaan siis enemmän informaatiota talteen. Digitaalkuvaus on myös edullista ja nopeaa. Kuvia voidaan ottaa paljon, ja ne voidaan siirtää helposti ja nopeasti tietokoneelle jatkokäsittelyä varten. Epäonnistuneista kuvista ei tarvitse maksaa. Tieteellisessä käytössä huomattava etu on lisäksi ccd-kennon lineaarisuus, kun filmien kalibrointi on huomattavasti vaikeampaa.

Digitaalisen harrastajavalokuvauksen yli kymmenvuotisen historian aikana on kuitenkin huomattu, että ccd-kamerat eivät ole oikotie onneen. Tähtitaivaan valokuvaaminen on eräänlaista extreme-urheilua, joka poikkeaa monin tavoin kaikesta muusta valokuvauksesta. Siksi myös uusia ongelmia on ilmaantunut. Osa on perinteisestä filmikuvauksesta tuttuja, kuten jalustan vakauden ja seurannan tarkkuuden puutteet, mutta osa on seurausta digitaalisuudesta.

Mitä nämä uudet ongelmat sitten ovat? Asiaa kysyttiin tämän kirjan tekemiseen osallistuneilta kirjoittajilta ja valokuvaajilta. Tarkka kysymys oli:

Mitkä ovat mielestäsi olleet tähtivalokuvauksen viisi vaikeinta asiaa, joihin olet törmännyt kuvatessasi taivaan kohteita?

Kaikkiaan 11 kirjan tekijää vastasi kysymykseen. He kaikki ovat vuosia tai vuosikymmeniä harrastaneet tähtivalokuvausta niin filmi- kuin digitaaliaikana.

Vastaajat toivat esiin kaikkiaan 28 erilaista ongelmaa, joihin he ovat törmänneet erityisesti digitaalikameroiden kanssa. Vastaukset jakautuivat osittain kahteen eri suuntaan riippuen siitä onko vastaaja erikoistunut ottamaan kauniita tähtiaiheisia yö- ja maisemakuvia vai kuvaako hän astronomisia kohteita, joiden kuvaamisella voi olla tieteellinenkin tarkoitus. Mutta osa vastauksista meni päällekkäin.

Tärkeimmät kaikkia tähtivalokuvauksen aloja yhdistävät ongelmat liittyivät tavalla tai toisella jalustoihin. Kaikkiaan 10 vastaajaa kirjoitti jalustoihin liittyvistä ongelmista. Ilman kunnollista jalustaa suurin osa tähtitaivaan ilmiöistä jää kuvaamatta. Vain joitakin auringonlaskuja, haloja, myrskypilviä tai sateenkaaria voi kuvata ilman jalustaa.

Hyvän jalustan merkitystä painottivat niin maisemakuvaajat kuin astronomista kuvausta harrastavat. Vaikka ccd-kennot ovat herkempiä kuin filmit, yökuvauksessa tarvitaan pitkiä valotusaikoja muutamasta sekunnista jopa useisiin minuutteihin. Kameran on tällöin pysyttävä tukevasti paikoillaan, jotta revontulet tai tähdet piirtyisivät terävinä ccd-kennolle.



*Jupiterin lasku puolen tunnin aikana 27.7.1995 osoittaa planeetan liikkeen nopeuden taivaalla. F/6,8; 400 mm, ISO 100 dia.
Kuva Kari Kalervo.*

Mentäessä varsinaiseen astronomiseen tähtivalokuvaukseen tarvitaan jalustassa lisäksi Maan pyörimisliikkeen kumoava kellokoneisto eli seurantalaitteisto. Raja on normaalioptiikalla kuvattaessa noin 30 sekunnin kohdalla. Tähtien liike on taivaalla niin nopeaa, että tämän jälkeen ne muuttuvat valokuvassa pistemäisistä viiruiksi. Seurannalla voidaan päästä jo muutamien minuuttien valotusaikoihin. Avonaiset ja pallomaiset tähtijoukot sekä kirkkaimmat galaksit ja komeetat tulevat kuvaajan ulottuville.

Kuvattaessa isommilla suurennuksilla tai kaukoputken läpi seurantalaitteiston tarkkuuden ja jalustan tukevuuden on oltava kaarisekuntien tarkkuudella oikea: muutoin kohde liikkuu kuvakentässä eikä kuvista tule kunnollisia. Tarkkuuden ymmärtämiseksi kerrottakoon vertauksen vuoksi, että yksi kaarisekunti on 1/3600 astetta. Kuun koko taivaalla on noin puoli astetta. Henkilö, jonka pituus on 170 cm, näkyy 351 kilometrin etäisyydeltä yhden kaarisekunnin kulmassa paljain silmin katsottaessa. Monien harrastajakaukoputkien jalustat eivät ole riittävän tukevia, vaan vaativat harrastajat ovat valaneet teräsbetonista tukevampia jalustoja. Lisäksi seurantatarkkuutta voidaan parantaa tietokoneseurannalla. Pisimmälle ovat kehittyneet uudet ns. goto-jalustat. Niissä on GPS-satelliittipaikannukseen perustuva tietokoneohjaus. Tietotekniikan tuomista hienouksista huolimatta vaativalla tähtikuvaajalla riittää ongelmia.

Petri Kehusmaa kirjoittaa vastauksessaan:

Kannettava jalusta, joka pitää pystyttää jokaista kuvaus sessiota varten erikseen, on haastava. Jos jalustan suuntauksessa tinkii, näkyy fuskkaus lopputuloksessa. Seuranta vaikeutuu ja virheet kertautuvat. Alussa koko kaluston kuntoon laittoon meni jopa 2 tuntia (siis jalusta+suuntaus, kamerat, tarkennus) ennen kuin ensimmäistä valotusta pääsi ottamaan. Nykyään pääsen jo puoleen tästä.

Ja näin samasta aiheesta Timo Meri:

Eniten on ollut ongelmia seurannan kanssa joka pitäisi saada toimimaan kaarisekunnin tarkkuudella ainakin pitemmillä polttoväleillä ja korkeilla resoluutioilla kuvatessa.

Hyvän jalustan merkitys tähtivalokuvauksessa ei ole uusi asia. Huonojen jalustojen kanssa painittiin jo filmiaikana. Uutena ongelmana digitaalkuvaukseen on tullut kuvan tarkentamisen vaikeutuminen. Se oli kyse-
lyn perusteella selvästi toiseksi eniten päänvaivaa aiheuttanut asia.

Tarkentamisen vaikeutta kommentoivatkin lähes kaikki tämän kirjan kirjoittajat ja kuvaajat. Näin kirjoittaa Hannu Määttänen:

Tarkentaminen on aina vaikeaa. Aina. Kuvaajan kokeneisuudesta ja kameran hintalapusta riippumatta.

Kymmenen vuotta tähtivalokuvausta harjoittanut Jorma Koski kirjoittaa:

Tarkennus – se oli ensin lähes mahdottoman tuntuista.

Näin puolestaan kirjoittaa Petri Kehusmaa Hyvinkäältä:

Kuvan tarkennus keskiverto-seeingillä on haasteellista. Tähti väreilee tietokoneen ruudulla (focus-toiminto) ja kunnon tarkennus on arpapeliä. Näillä keleillä voi heittää hyvästit galaksien hienoille yksityiskohdille, koska pitkissä valotuksissa kuvan väreily tekee niistä puuroa. Edes huolellinen kuvien jälkikäsitteily ei tuo näitä yksityiskohtia esiin. Samoin tarkennusta tulisi säätää illan mittaan, koska lämpötila yleensä putoaa yön edetessä. Tätä tulee tehtyä liian harvoin, jolloin kuvasarjan viimeiset kuvat saattavat jo olla epätarkkoja. Sct-putkia vaivaa yleisesti myös pääpeilin liikuminen kaukoputkea käännettäessä kohteesta toiseen, jolloin myös fokus muuttuu.

Tarkennuksen avuksi on keksitty menetelmiä, joista muutamista kerrotaan tässä kirjassa, kuten Hartmannin maskista ja kääntöpeilistä (flip mirror). Tietokoneaika on myös tuonut mukanaan automaattiset tarkennuslaitteet, joilla kaukoputken kuvan tarkennus saadaan kohdalleen. Silti ongelmia riittää, kuten Arto Oksanen Jyväskylän Sirkuksesta kirjoittaa:

Vaikeimpia asioita on tarkentaminen varsinkin käsisäätöisellä fokusointilaitteella, sekä filmille että ccd:llä; nykyään helpottu-

Meaden 200-millimetrinen kaukoputken betoniin valettu jalusta Jyväskylän Nyrölässä. Kuva Jorma Mäntylä.



nut digitaalisesti ohjattavalla tarkennuslaitteella ja autofokus-ohjelmistolla.

Kolmannen ongelmakentän astronomista kuvausta harjoittaville aiheuttaa kohteiden löytäminen. Etenkin syvän taivaan sumumaiset kohteet, kuten galaksit ja planetaariset sumut, ovat himmeitä ja pieniä. Siksi niiden löytäminen taivaalta voi olla vaikeaa. Esimerkiksi Lyyran tähdistön planetaarinen rengassumu M57 on kooltaan hieman alle yhden kaariminuutin eli alle 1/60 osa yhdestä asteesta, kun Kuu on taivalla keskimäärin puolen asteen kokoinen. Kaariminuutin kokoisin kohteen löytäminen vastaa siis yhden Kuun kraatterin löytämistä sillä erotuksella, että Kuun kirkkaus voi olla magnitudia -10 kun M57:n kirkkaus on magnitudia 9, eli M57 ei lähimainkaan näy paljain silmin, vaan sen löytämiseen tarvitaan kohtuullinen kaukoputki. Lyyran planetaarista sumua pidetään kuitenkin suhteellisen helposti löydettävänä kohteena.

Petri Kehusmaa kirjoittaa:

Vaikka käytössäni on goto-kaukoputki kaikilla herkuilla, ei kohteiden saaminen noin 15 kaariminuutin levyiseen ruutuun ole helppoa. Tässä jalustan suuntauksessa tehdyt virheet kostautuvat. Valosaasteisella paikalla etsinputkestakaan ei ole apua, kun kohteiden kirkkaudet painuvat alle magnitudin 10. Joskus vaikeat kohteet ovat jääneet kokonaan löytymättä, kun aikaa on vain rajallisesti käytössä.

Arto Oksanen kirjoittaa samasta aiheesta:

Kohteiden löytäminen on vaikeaa, varsinkin filmikuvauksessa kun kohteet eivät edes näy etsimessä, mutta myös ccd-kuvauksessa jos kaukoputken suuntaustarkkuus on huonompi kun kameran kuvakenttä.

Vaikka tietokoneavusteiset goto-kaukoputket auttavat kohteiden löytämisessä, yleisimmin käytetty menetelmä lienee edelleen ns. tähtihypely. Kohteet etsitään siis tähtikarttojen – joko kirjojen tai tietokonepohjaisten – avulla hyppelemällä kaukoputken etsintäputken avulla taivaan kirkkaista tähdistä toiseen. Tämän tekniikan oppii aikaa myöten, ja samalla tähtikuviot tulevat taivaalla tutuiksi.

Seuraavaksi merkittäväksi ongelmaksi kyselyssä nousi digitaalikuvienvälkkäily ja sen vaatima aika. Tässä suhteessa digitaalikuvaus ei ole tuonut helpotusta kemialliseen filmikuvaukseen, jossa filmejä ja kuvia liotettiin erilaisissa kehitysnesteissä. Työskentely tietokoneen äärellä on epäilemättä puhtaampaa, mutta aikaa tuskin säästy, vaan jälkkäsittely tietokoneella voi jopa viedä enemmän aikaa kuin kemikaalien käsittely filmiaikana. Työ kuitenkin kannattaa, sillä kuvien laatu voi parantua ratkaisevasti.



*Lyyran rengassumu M57
kuvattuna Celestron C11
-putkella lrgb-tekniikalla,
30+3 x 15 min.
Kuva Timo Meri.*

Jorma Koski kirjoittaa jälkikäsittelystä:

*Kuvankäsittelyn opettelu vie runsaasti aikaa, varsinkin galaksi-
en ja sumukohteiden.*

Tähtivalokuvien jälkikäsittelyssä voidaan käyttää yleisesti käytössä olevia kuvaohjelmia, kuten Photoshopia ja PaintShopProta. Näitä ohjelmia ei kuitenkaan ole suunniteltu tähtivalokuvien jälkikäsittelyyn. Siksi harrastajien ja ammattilaisten käytössä on erityisiä ohjelmia, jotka on tarkoitettu vain astronomiseen käyttöön (Registax, K3CCDTools, AstroArt jne.). Jälkikäsittelyssä tarvittavien mustien ruutujen (dark frame) ja flättien (flat frame) ottaminen ja käyttö on myös tuottanut ongelmia monelle tähtikuvaajalle. Tavallinen valokuvaaja ei useinkaan tule ajatelleeksi näitä. Monissa digikameroissa on pitkiä valotusaikoja käytettäessä kohinanpoisto eli noise reduction -toiminto. Tällöin kamera ottaa automaattisesti varsinaisen kuvan jälkeen samalla valotusajalla mustan ruudun suljin suljettuna ja vähentää ohjelmallisesti näin ccd-kennon oman lämpökohinan varsinaisesta kuvasta. Tähtivalokuvauksessa näitä kuvia ei yleensä oteta automaattisesti, vaan erikseen yön aikana kameran ja ilman lämpötilan vaihtelujen niin vaatiessa. Vähennys tehdään jälkikäsittelyssä tietokoneella.

Monet kirjan tekijöistä kommentoivat myös investointeja laitteisiin, siis kameroihin, kaukoputkiin, jalustoihin, tietokoneohjelmiin jne. Vaa-tiva tähtivalokuvaus, olipa kyse yömaisemien tai astronomisten kohtei-