# Valokuvausohje fotogrammetrista 3D-digitointia varten

Näissä ohjeissa selostetaan kuvausprosessi fotogrammetriassa käytettävien esinekuvien tuottamiseksi Turun yliopiston arkeologian oppiaineen (tästä eteenpäin "oppiaineen") kalustolla.

Tavoitteena on syvyysterävyydeltään tasainen, tarkka ja kohinaton kuva, jonka värit vastaavat todellisuutta. Kuvan taustan tulee olla mahdollisimman yksivärinen, joko valkoinen tai musta, ellei tarkoituksena ole käyttää taustan väritystä hyödyksi kuvan taustan poistamisessa maskeilla. Arkeologisten kokoelmien 3Ddigitointihankkeessa valkoinen, hieman ylivalotettu tausta on toiminut hyvin.



### Sisällysluettelo

1. Tarvittava kalusto	2
2. Kuvausvalmistelut	3
3. Kuvaaminen	8
Lähteet	

#### Sanasto

Positio:	Tietty asento, jossa löytö kuvataan. Jos esimerkiksi kivikirves kuvataan ensin "oikein päin", käännetään ympäri ja kuvataan sitten "väärin päin", on kivikirves kuvattu kahdessa positiossa.
Kuvakehä:	Löydön ympäriltä esimerkiksi 15 asteen välein tasaisesti tietyltä korkeudelta otettu kuvasarja.
Viittaus:	Debenjak-Ijäs, A. & Tolvi, A. 2020. Valokuvausohje fotogrammetrista 3D-digitointia varten. Teoksessa Debenjak-Ijäs, A., Arkeologisten kokoelmien 3D-digitointi. Karhunhammas 20. Turku: Turun yliopiston arkeologian oppiaine.

Päivitetty 2.9.2020.

# 1. Tarvittava kalusto

- Kamera ja objektiivi, mielellään kiinteällä polttovälillä. Zoom-objektiivi kannattaa "lukita" haluttuun polttoväliin esimerkiksi teippaamalla. Tarkimmat tulokset saa ns. normaaliobjektiivilla, jonka polttoväli on lähellä 50 mm täysikennoisella kameralla. Toisaalta esimerkiksi Cultural Heritage Imaging suosittelee aloittamaan fotogrammetrisen valokuvaamisen hieman lyhyemmällä, laajemman kuvakulman antavalla objektiivilla, jolloin kuvien päällekkäisyys on helpompi varmistaa (CHI 2020). Oppiaineen kalustosta sopiva setti on Nikon D750 + Nikkor 60 mm micro.
- Pyöröpolarisaatiosuodin, jos löytö on hyvin kiiltäväpintainen.
- Kameran jalusta.
- Valoteltta ja taustakangas. Oppiaineen kalustosta Foldio-ministudio.
- Studiovalot, värilämpötila 5 500 kelviniä, oppiaineen kalustosta Foldion ledivalot.
- Pyörivä kuvaustaso, oppiaineen kalustosta Foldio 360.
- Foldio-studiota käytettäessä: kännykkä, jossa bluetooth-yhteys ja Foldio 360 -sovellus.
- Värillinen mittakaava (esim. RealityCapture poistaa valkoisen mittakaavan, mutta pinkki on todettu toimivaksi).
- Valkoisia tukia hankalanmuotoisille esineille. Oppiaineen kuvausvälineissä on mm. valkoisia vaahtomuovin paloja sekä valkoiseksi maalattuja viemäriputken päitä.



Kuva 1. Turun yliopiston arkeologian oppiaineen ministudio.



Kuva 2. Pistokkeiden ja akkulatureiden sijainti. Kameran akku ladataan aina kuvauksen päätteeksi, sillä etenkin "Live view" -näkymä kuluttaa akun nopeasti loppuun. Irrota pistokkeet kuvauksen päätteeksi, kun kameran akut on ladattu.



Kuvat 3–4. Oppiaineen väri-/harmaakortti ja pyöröpolarisaatiosuodin.

# 2. Kuvausvalmistelut

1. Täytä metatietolomakkeeseen seuraavat kuvattavan löydön tiedot (tai sovella metatiedot omaan projektiisi sopiviksi):

- Kuvattavan esineen mitat, elleivät ne näy jo luettelotiedoissa
- Kuvauspäivä
- Kuka kuvaa, olosuhteet, välineet (kamera, objektiivi ja esim. jos käytetään polarisaatiosuodinta)

2. Laita Foldio-studion valot päälle kiinnittämällä pistokkeet.

Asettele valot sopivaan asentoon. Valoissa ja Foldio-teltassa on magneettikiinnikkeet, joilla valot voi kiinnittää tai asettaa esimerkiksi teltan etuosaan pystyasentoon. Valo kannattaa suunnata kohti teltan seiniä, jotta se heijastuu siitä tasaisesti. Tarvittaessa korota esinettä alustasta valkoisella tuella, ettei sen alle jää tummia varjoja.

Varmista samalla, että myös Foldiokuvaustasossa on virta päällä, eli kuvaustasossa vilkkuu valo johdon kohdalla.



Kuva 5. Esine valmiina kuvattaviksi ensimmäisessä positiossa.

3. Aseta löytö ja värillinen mittakaava kuvaustasolle niin, että löytö on "oikein päin". Jos löytö on kuvaustasolle liian suuri, on kuvaustason alla olevalla hyllyllä olevassa laatikossa suurempi lisälevy, joka asetetaan Foldio-tason päälle. Muista tällöin asettaa pieni heijastuslevy (peili) kuvaustason eteen, kohtaan, jossa johto liitetään kuvaustasoon. Peili on tarpeen, jotta infrapunasäde voidaan heijastaa kameroita kohti suurikokoisen lisälevyn alta.

4. Aseta kamera jalustalle ministudion eteen ja kohdista kohti löytöä. Halutessasi voit käyttää kahta Nikon D750

-kameraa samanaikaisesti. Toinen kamera kiinnitetään Manfrotton joka "Magic Arm" -jalustaan, kiinnitetään hyllylevyyn, iolla kuvausteltta sijaitsee. Käyttäessäsi Manfrotton jalustaa ole tarkkana, ettet käännä kameraa oikeaan asentoon objektiivia vääntämällä, vaan aina pelkästä rungosta kiinni pitäen. Foldio-kuvaustaso etäohjaa kameroita infrapunavalolla, joten kunhan kuvaustason ja kameroiden välillä ei ole esteitä, voi Foldiosovellukseen liittää haluamansa määrän infrapuna-etäohjauksella toimivia kameroita.

Kuva 6. Kuvaaminen kahdella kameralla.







- Kuvien katselu
- 2. Menu-valikko

1.

- 3. WB-painike (valkotasapaino)
- 4. Kuvan suurennos
- 5. Kuvan pienennys/ISO-painike
- 6. Suljinajan säätö
- 7. OK-painike
- 8. Live view -painike, josta saa
- livekuvan päälle ja pois
- 9. Suljinaika
- 10. Aukon koko
- 11. ISO-lukema

Kuvat 7–8. Nikon D750 -kameran asetukset.

5. Säädä kameran asetukset kohdilleen.

- Vaihda kamera manuaaliasetuksille (M) ja manuaalitarkennukselle.
- Aukon koko: f/18– f/11 riippuen esineen koosta. F/16 on yleensä toiminut hyvin.
  Säädetään rullasta kameran etupuolelta.
- ISO 100: Paina painike (5.) pohjaan ja säädä asetus rullalla (6.). Valittu asetus näkyy näkyy live näkymän alalaidassa (kohta 11.).

- Suljinaika: Kokeile kunnes löydät suljinajan, joka valottaa riittävästi. Oppiaineen kalustolla toimii yleensä 1/5 sekunti. Asetusta säädetään rullalla (6.) ja valittu asetus näkyy näytöllä (kohdassa 9).
- Valkotasapaino: 5 500 kelviniä.
  - Paina WB-painiketta (3.) pohjassa. Valittu valkotasapaino ilmestyy näytön alalaitaan keltaisina numeroina. OK-painikkeen (7.) vasemmalla ja oikealla puolella olevilla nuolinäppäimillä voit valita säädetäänkö tuhansia, satoja, kymmeniä vai ykkösiä. Valittu luku vilkkuu näytöllä. OK-painikkeen yläpuolella olevaa nuolta painamalla voit nostaa lukua ja alapuolella olevalla nuolella taas laskea.
- Tallennusmuotona RAW (Nikonin oma RAW-formaatti on .NEF) ja resoluutio niin korkea kuin mahdollista.
  - Avaa valikko Menu-painikkeesta (2.). Selaa nuolinäppäimillä (7.) "Photo shooting menun" kohdalle (toinen ylhäältä). Valitse painamalla OK. Selaa "Image quality" -kohtaan, paina OK ja valitse "NEF (RAW) + JPEG fine" tai pelkkä "NEF (RAW)".
- Kaukolaukaisin päällä => kameran pystyy laukaisemaan Foldio-sovelluksella.
  - Selaa "Photo shooting menua" alaspäin ja etsi "Remote control mode (ML-L3)". Valitse siihen Quick-response remote.
  - HUOM: Kaukolaukaisin menee itsestään pois päältä, jos kameran sammuttaa välillä, tai sitä ei hetkeen käytetä.

6. Yhdistä kännykän Foldio-sovellus kuvaustasoon ja kameraan.

- Laita kännykän GPS ja bluetooth päälle ja avaa Foldio 360 -sovellus.
  - Kohdasta "select device" valitse Foldio 360 -kuvaustaso.
- Lähtökohtaisesti Foldio-sovellus käyttää mobiililaitteen omaa kameraa. Järjestelmäkameran etäohjaus on asetettava oikean alakulman valikon kautta valitsemalla "DSLR 360".
- Valitse järjestelmäkameran merkki, oppiaineen kaluston kanssa "Nikon".
- "Connection test" -kohdasta voit ottaa yksittäisen testikuvan. Jos kuvaus ei onnistu, varmista että kameran etäohjaus on päällä ja yhdistä uudestaan kameraan.
- Voit säätää kuvaustason pyörimisnopeutta (polarisaatiosuotimen kanssa kuvatessa kannattaa valita 1 tai 2, sillä silloin on käytettävä hyvin pitkää suljinaikaa), kuvakehän kuvien lukumäärää (24, 36 tai 48 kuvaa)



ja kuvaustason takavalon kirkkautta. Kuvakehää voi pyörittää myötä- ja vastapäivään sopivaan aloitusasentoon.

7. Aseta kameran live view päälle ja pyöritä Foldiokuvaustaso kerran ympäri nähdäksesi, että löytö mahtuu kuvaan koko kierroksen ajan.

8. Ota testikuva ja varmista että kuvan tarkennus ja valkotasapaino ovat kohdillaan, eikä kuvassa näy heijastuksia. Jos löytö on kiiltävä, aseta polarisaatiosuodin kameraan ja muuta suljinaikaa pidemmäksi (1/3 sekunti toimii yleensä hyvin).

Kuva 9. Kuvan kirkkauteen ja terävyyteen vaikuttavat asetukset



Kuva 10 (edellisellä sivulla). Foldio 360 -sovellus.

# 3. Kuvaaminen

- 1. Älä muuta kamerasta muita asetuksia kuin suljinaikaa kesken kuvauksen. Polttovälin ja aukon koon täytyy pysyä samana koko kuvausprosessin ajan, jotta kuvat ovat fotogrammetria-ohjelmassa vertailukelpoisia keskenään.
- 2. Kuvaa esine mittakaavan kanssa noin 10 asteen välein (Foldio-sovelluksen 36 kuvan kuvakehä) ensin lähes vaakatasosta, sitten yläviistosta ja lopulta lähes päältä (ainakin 3 kuvakehää, tarvittaessa enemmän). Hankalista paikoista voi ottaa myös yksityiskohtaisempia kuvasarjoja.



Kuva 11. Litteä löytö kannattaa kuvata ensin yhdeltä puolelta, sitten toiselta ja lopuksi pystysuorassa.



Kuva 12 (edellisellä sivulla). Mitä vähemmän esineessä on laajoja yhtenäisiä alueita, jotka näkyvät useammassa positiossa, sitä tiheämmällä välillä kuvat kannattaa ottaa. Kuvan levymäisen kirjan soljen paksuus on vain muutama millimetri, joten pystysuunnassa otettu kuvakehä otettiin 48 kuvalla.

- 3. Lopuksi ennen esineen kääntämistä ota vielä kuva omasta kädestä tms. helposti erotettavasta asiasta, jotta pystyt myöhemmin erottamaan esineen eri asentojen kuvasarjat selkeästi toisistaan.
- 4. Poista mittakaava, käännä esine seuraavaan asentoon ja kuvaa samoin kuin yllä. Lopuksi kuvaa oma käsi eri esineen asentojen erottamiseksi toisistaan. Toista kunnes esine on kuvattu joka puolelta. Esimerkkikuvassa on kahdelta puolelta kuvattu vasarakirves, mutta hankalamman muotoisia esineitä kannattaa kuvata niin monesta eri asennosta kuin mahdollista.



5. Kuvauksen jälkeen sammuta kamera, aseta linssinsuojus takaisin paikoilleen koskematta linssiin ja laita akut latautumaan, sillä "Live view" -näkymä käyttää paljon virtaa.

6. Ota kamerasta SD-kortti kuvien purkamista varten. Pura kuvat heti ja palauta tyhjä SD-kortti takaisin hyllyyn kuvausstudion viereen.



Valokuvat voi muuntaa .jpg- tai .tif-muotoon esimerkiksi RAWtherapee-ohjelmassa. Samalla kuvien valkotasapainoa ja kirkkautta voi tarvittaessa säätää. Arkeologisten löytöjen 3Ddigitointihanke on tuottanut ohjelmasta erilliset käyttöohjeet. Pitkäaikaissäilytystä varten .NEF-kuvatiedostot kannattaa muuntaa Adoben Digital Negative eli .dng-tiedostomuotoon.

Kuva 13. Vasarakirves on kuvattu kahdessa positiossa: päältä on otettu kolme kuvakehää ja alta neljä.

### Lähteet

Benoit, B. 2016. The poor man's guide to Photogrammetry. <<u>https://bertrand-benoit.com/blog/the-poor-mans-guide-to-photogrammetry/</u>>. Luettu 25.9.2019.

CHI. 2020. Photogrammetry. <http://culturalheritageimaging.org/Technologies/Photogrammetry/>. Luettu 25.8.2020.

Deep3D. 2019. Aligning The Images – Why Things Go Wrong. <<u>http://deep3d.co.uk/2019/03/08/aligning-the-images-why-things-go-wrong/</u>>. Ladattu 25.9.2019.

Lievendag, N. 2019. 3D scan expert. Automate photogrammetry with this smart turntable. <<u>https://3dscanexpert.com/review-foldio360-3d-scanning-photogrammetry/</u>>. Ladattu 25.9.2019.

Metashape. 2019. Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 1.5. <a href="https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro\_1\_5\_en.pdf">https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro\_1\_5\_en.pdf</a>>. Luettu. 24.10.2020.

Porter, S. 2015. Creating Artifact Models in Agisoft Photoscan Part 1. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=qKWjPNIRK\_l>">https://www.youtube.com/watch?v=qKWjPNIRK\_l></a>. Luettu 26.10.2020.