



Makrokuvaus

- Kari Vahtolammi

Sisältö

- Mikä on makro
- Mihin se valo katoaa
- Objektiiveista ja niiden käytöstä
- Hiukan valoista
- Pinoamisesta



Certificate of Acceptance

Kari Vahtolammi

Finland

has been accepted at
Nordic Photo Championship 2025

Section: Open Color
Ant No1



SDF

The Nordic Society of Photography | www.nordic.photo

Mikä on makro

- Makrovalokuva on lähikuva, jossa kohde kuvataan niin, että se toistuu kennolla tai filmillä luonnollisessa koossa (1:1) tai suurempana.



Tämä ei ole makro



Eikä tämäkään



Mutta tämä on



Ja tämäkin



Mikä on makro

- Sama asia kuvalla. Tallenusformaatin tai kohteen koko ei vaikuta siihen, että onko kyse makrokuvasta vaan se kuinka asia piirtyy sille. 1:1 tai suurempi on määräävä tekijä



Näin ajattelen itse makron

- Käytännössä voi ajatella makron rajaa näin:
 - FF - kohteen koko noin tulitikkuaski ja se täyttää koko ruudun.
 - APS-C – kohteen koko noin puolikas tikkuaskia ja se täyttää koko ruudun.
 - MFT – Noin neljäsosa tikkuaskia ja se täyttää koko ruudun.



Mihin se valo häviää

- Makrokuvauksen yksi haaste on valo
 - Suurennessuhde tuo mukanaan erilaisia ongelmia. Yksi on se, että ns. efektiivinen aukko on pienempi kuin kameran tai aukkokorkean näyttämä aukko. Kun kuvataan yli 1:2 suurennessella, efektiivinen aukko (eli todellinen f-luku) kasvaa suuremmaksi kuin kameran näyttämä arvo.
 - Valotus vaatii pidemmän ajan tai enemmän valoa, koska aukko on käytännössä pienempi kuin asetettu arvo
 - Syväterävyys pienenee entisestään
 - Diffraaktion vaikutus voi korostua (koska todellinen f-luku on suurempi)



Mihin se valo häviää - 2

- Diffraktio
 - Diffraktio on ilmiö, jossa valo taipuu kohdatessaan esteen, kuten objektiivin aukon reunat. Makrokuvauksessa ja pienillä aukoilla (esim. $f/16$ tai $f/22$) diffraktio pehmentää kuvan terävyyttä, koska valo ei enää kulje suoraviivaisesti kennolle.
 - Yksinkertaistettuna: mitä pienempi aukko, sitä enemmän valo taipuu ja sitä enemmän terävyys heikkenee. Tämä on syy siihen, miksi hyvin pienillä aukoilla kuvattaessa kuvat voivat näyttää pehmeiltä, vaikka syväterävyys kasvaa.



Mihin se valo häviää - 3

- Ja kun lähdetään kuvaamaan suuremmilla suurennoksilla, niin on hyvä ymmärtää kuinka efektiivinen aukko voidaan laskea.
- Aukko (f-luku) $\times$ (1 + suurennus) = efektiivinen aukko
- Esimerkiksi, jos asetat objektiivin aukoksi f/8 ja kuvaat 1:1 suurennuksella:
- $8 \times (1 + 1) = f/16$
- Tällöin todellinen valotusarvo vastaa f/16:ta, vaikka kamerassa lukisi f/8.



Mihin se valo häviää - 4

- Focus Stack Step Size Macro Calculator
- Ja loppuun vielä yksi työkalu, jolla voi arvioida syväterävyyttä. Extreme macro-sivustolla on mm. pinoamista varten laskuri, jolla saa määriteltä ns. safe step size-mitan eli kuinka tiuhaan pitää ottaa kuvia pinotessa.
- <http://www.extreme-macro.co.uk/focus-stacking/#calculator>

Focus Stacking Step Size Calculator



F/stop used on lens (ie 8 for f/8):

Magnification you are at (ie 6 for 6:1):

APSC - ie Pentax, Nikon DSLR ☐

APS - ie Canon DSLR ☒

FF - ie Canon, Nikon FF DSLR ☐

Micro 4/3 ☐

Safe step size:

Effective aperture:

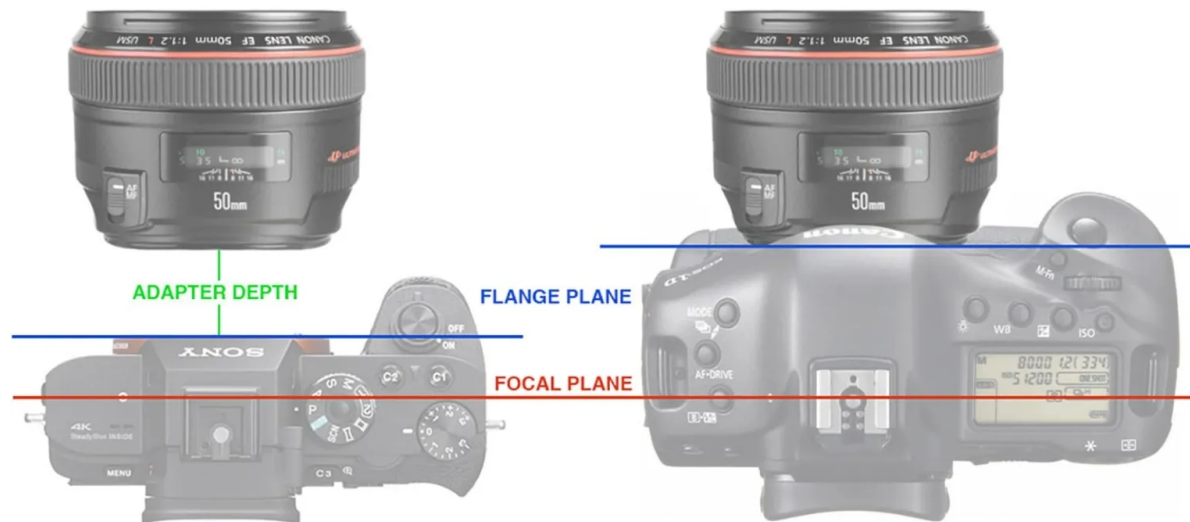
About

Kysymyksiä



Flange distance

- Focal Flange Distance- käsitteen ymmärtäminen on tärkeää jos kuvaa esim. vintage- linsseillä.
- Käsite kertoo kuinka kaukana filmi/digi- kenno on objektiivin bajonetista.



Flange distance - 2

- Jos objektiivin haluaa saada tarkentamaan äärettömään, niin objektiivi ei saa olla liian kaukana.
- Makrokuvauksessa tuollakaan ei ole niin väliä.
- Tunnetuimmille kamerakiinnityksille / objektiiveille löytyy kaupallisia adaptereita.
- Aika usein menetetään kaikki automatiikka.



Hiukan objektiiveista

- Kuvaamaan pystyy
 - Kaupallisilla makro-objektiiveilla
 - Loittorenkaiden / palkeen kanssa perusobjektiiveilla
 - Adapterien kanssa vintage- linsseillä.
 - Mikroskooppien linssien kanssa.
 - Eli käytännössä millä tahansa minkä saa kameraan kiinni.



Hiukan objektiiveista

- Kaupallisilla katsotaan teknisiä tietoja. Ei tyydytä siihen, että objektiivissa lukee Macro
 - Lähin tarkennusetäisyys: 24.7cm (2X)
 - Suurennussuhde: 2:1
 - Tarkennus: manuaali

Kaupasta - 1

- Helpoin tapa aloittaa makrokuvaus on käydä kaupassa.
- Ostetaan objektiivi, joka mahdollistaa 1:1 – 2:1 suurennokset
- Sonylle vaikka Sony FE 90mm f/2.8 Macro G OSS (1:1)
- Canonille Canon RF 100mm f/2.8L Macro IS USM (1.4:1)
- Sigma 105mm f/2.8 DG DN Macro Art
- Manuaaleista Laowa 100mm f/2.8 2x Ultra Macro APO (2:1)
- Laowa 100mm f/2.8 Tilt-shift 1X Macro (1:1)



Kaupasta - 2

- Laajakulmamakrot
 - Laowa 15mm f/4 Wide Angle Macro (1:1)
 - Laowa 24mm f/14 2X Macro Probe (2:1)



Kaupasta - 3

- 1-5x suurennokset
 - Laowa 25mm f/2.8 2.5-5X Ultra Macro
 - Canon MP-E 65mm f/2.8 1-5x Macro
- Näihin en ehkä koskisi
 - Mitakon Zhongyi 20mm F/2.0 4.5X Super Macro
 - AstrHori 25mm F2.8 2-5X Ultra Macro
 - Zhongyi 85mm f2.8 1-5x Super Macro APO



Entäs muita vaihtoehtoja

- Lähilinssit
- Loittorenkaat / palje
- Käännetty objektiivi
- Kaksi objektiivia
- Mikroskoopin objektiivit



Lähilinssit

- Lähilinssit ovat käytännössä suurennuslaseja kameran objektiivin edessä, lyhentävät tarkennusetaisyyttä ja parantavat suurennusta.
- Raynox-lähilinssit (DCR-150, DCR-250) kiinnittyvät klipsillä ja tarjoavat laadukkaan suurennuksen ilman erillistä makro-objektiivia.
- Edullinen ja kompakti ratkaisu, helppo kuljettaa ja käyttää monien objektiivien kanssa.
- DCR-150 (4.8) vs. DCR-250 (8.5): 150 tarjoaa maltillisen suurennuksen, 250 voimakkaamman mutta vaatii vakaampaa otetta.
- Paras tulos manuaalitarkennuksella, pienellä aukolla (f/8–f/11) ja hyvällä valaistuksella.



Loittorenkaat (palje)

- Loittorenkaat ovat välikappaleita, jotka asetetaan kameran rungon ja objektiivin väliin.
- Tarkoituksena on kasvattaa etäisyyttä objektiivin ja kennon välillä, jolloin objektiivi voi tarkentaa paljon lähemmäksi kohdetta kuin normaalisti.
- Myydään usein sarjoina, joissa on muutama eripituinen loittorengas.



Loittorenkaat (palje)

- Optiikka: Loittorenkaissa ei ole linsejä, eli ne eivät vaikuta kuvan laatuun itsessään. Ne ainoastaan siirtävät objektiivia kauemmas kameran kennosta.
- Valovoima: Kun etäisyys objektiivin ja kennon välillä kasvaa, valon määrä vähenee. Tämän vuoksi valotusajat voivat pidentyä tai aukkoa täytyy avata.
- Automaattitarkennus: Monissa nykyaikaisissa loittorenkaissa on sähköiset liitännät, jotka säilyttävät automaattitarkennuksen ja aukon säädön, mutta tarkentaminen voi hidastua tai muuttua vaikeaksi.
- Edut:
 - Edullinen tapa makrokuvaukseen verrattuna erillisiin makro-objektiiveihin.
 - Säilyttää objektiivin optisen laadun, koska loittorenkaissa ei ole lasia.
- Haitat:
 - Valon väheneminen vaatii usein lisävaloa tai jalustaa.
 - Lyhentää tarkennusetäisyyden aluetta, eli kauemmaksi ei voi tarkentaa.

Loittorenkaat (palje)

- Loittorenkaat tai palje (muuttavapituinen loitto) avaa mahdollisuuden kuvata käytännössä millä tahansa objektiivilla lähikuva.
- Ihagee 180mm f4.5 Anastigmat jostain 1920- luvulta.



Loittorenkaat (palje)

- Samyang 75/1.8 + 26 mm loittoa + croppaus



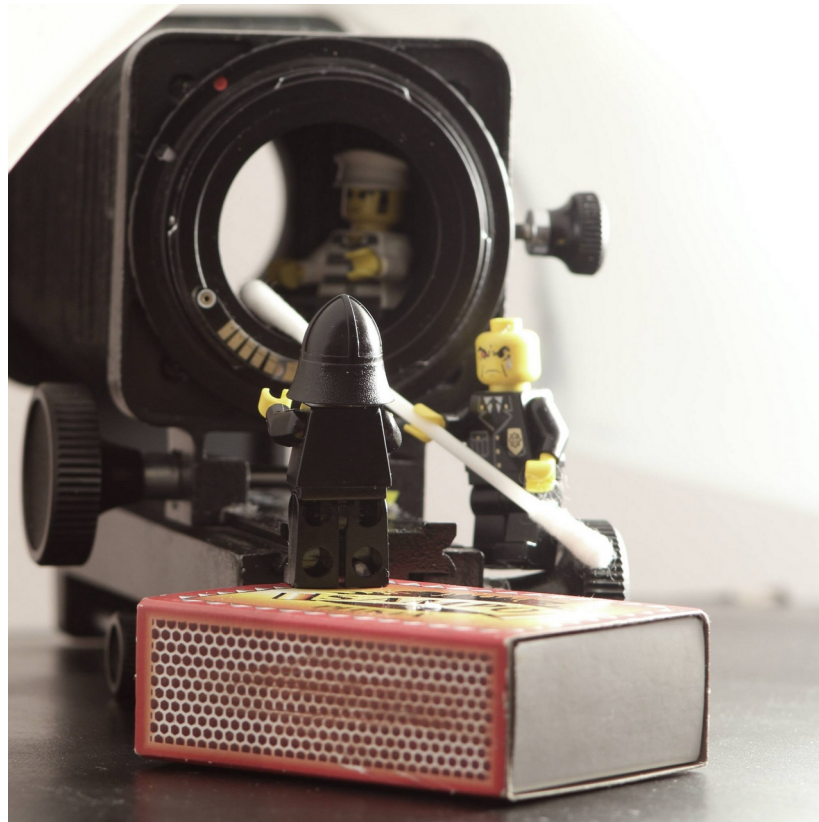
Loittorenkaat (palje)

- Samyang 75/1.8 + loitot



Loittorenkaat (palje)

- Loitot ja palje on minulla työ- ja leikkikalu kun kokeilen millä kaikella pystyy kuvaamaan.
- Niihin saa kiinni lähes minkä tahansa objektiivin.



Käännetty objektiivi

- Kun objektiivin kääntää takaperin (reverse lens technique), siitä tulee yksinkertainen makro-objektiivi. Tämä perustuu siihen, että normaalisti objektiivi pienentää suurta näkymää kameran kennolle, mutta käännettynä se toimii päinvastoin—se suurentaa kohdetta.
- Lyhytpolttoväliset objektiivit (esim. 28 mm, 50 mm) tarjoavat suurimman suurennuksen.
- Edut
 - Halpa tapa päästä makrokuvaukseen ilman erillistä makro-objektiivia.
 - Hyvä suurennus, erityisesti laajakulmaobjektiiveilla. (1-5x)
- Haitat
 - Syväterävyys on erittäin pieni, joten tarkennus on haastavaa.
 - Valotuksen hallinta voi olla vaikeaa ilman objektiivin automaatiikkaa.
 - Objektiivin takaelementti on alttiina pölylle ja vaurioille.

Käännetty objektiivi

- Mitä sillä saa aikaiseksi:



Vastakkain olevat objektiivit

- Stacked lens -menetelmässä asetetaan kaksi objektiivia vastakkain, jolloin etummainen objektiivi toimii lisälinssinä takana olevalle objektiiville. Tämä voi tuottaa erittäin suuren suurennuksen, erityisesti jos etulinssi on lyhytpolttovälinen.
- Suurennus saadaan kaavalla:
 - Suurennus = takimmainen objektiivi/ etummainen objektiivi
- Esim. 100 mm takana ja 50 mm edessä → suurennus 2:1 (2×).

Magnification Formula



$$M = \frac{FL_1}{FL_2}$$

M = Magnification
FL = Focal Length

Vastakkain olevat objektiivit

- Edut:
 - Erinomainen suurennus – jopa 4–5×
 - Edullinen vaihtoehto verrattuna makro- tai mikroskooppijärjestelmiin.
 - Parempi optinen laatu kuin lähilinssillä, koska käytetään varsinaisia objektiivielementtejä.
- Haitat:
 - Tarkennus on haastavaa, syväterävyys on erittäin lyhyt.
 - Valonhukka , joten tarvitaan voimakas valaistus.
 - Mahdolliset heijastukset ja haamukuvat – etulinssin sisäpinta voi aiheuttaa häiriöitä.
 - Säätö vaikeaa – aukon säätö etulinssissä (jos automaattinen) ei toimi ilman lisävirityksiä.

Vastakkain olevat objektiivit

- Mitä sillä saa aikaan. Telemegor 180 mm / Lomo T-43 40 mm 4x suurennos



Mikroskoopin linssit

- Mikroskooppilinssejä on kahdenlaisia:
 - Äärettömään korjatut linssit (∞ -corrected objectives)
 - Tarvitsevat tuubilinssin (tube lens) kuvan muodostamiseen.
 - Tyypillinen tuubilinssin polttoväli on 200 mm, mutta muitakin arvoja on.
 - Käytetään moderneissa tutkimusmikroskoopeissa ja kamerajärjestelmissä.
 - Tarjoavat paremman kuvanlaadun ja optiset korjaukset.
 - Lopulliseen polttoväliin korjatut linssit (Finite-corrected objectives)
 - Eivät tarvitse tuubilinssiä – ne muodostavat kuvan suoraan.
 - Käytetään kiinteän pituuden putkessa (yleensä 160 mm tai 170 mm).
 - Perinteinen ratkaisu vanhemmissa mikroskoopeissa.
 - Yksinkertaisempi käyttää, mutta rajoitetummat optiset korjaukset.

Mikroskoopin linssit

- Lopulliseen polttoväliin korjatut linssit (Finite-corrected objectives)
 - Näillä kuvaaminen on melko samanlaista kuin normaaleilla objektiiveilla. Syväterävyys on lyhyt ja pinotessa askelpituus myöskin lyhyt.
 - Erilaisia linssejä on hyvin paljon eli linssien käyttöön pitää perehtyä eli näiden käyttö on täysin oma maailmansa.
 - Jos haluaa kokeilla, niin helppo lähtökohta on etsiä Lomo. Eli näiden klassikko on LOMO 3.7x ja hyväkuntoisen löytäminen vaatii onnea.
 - Leitz 2.5x



Mikroskoopin linssit

- Opetuksellinen osuus eli mitä tunnistat kuvasta. ([video](#))

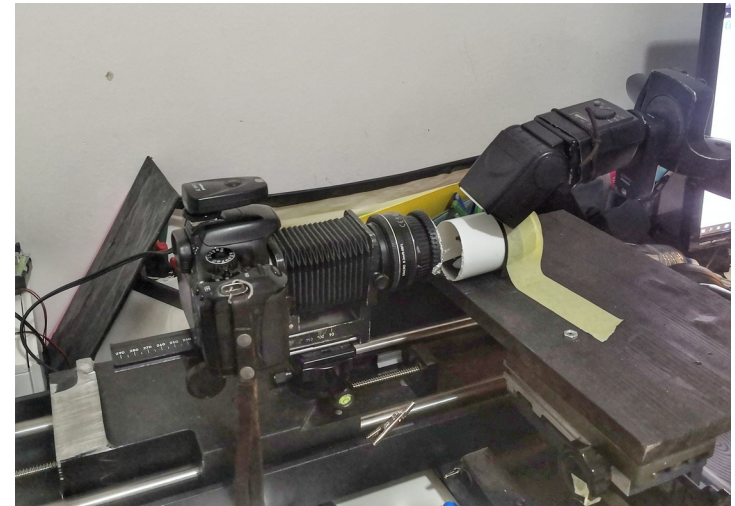


Kysymyksiä



Valot

- Luonto
 - Itse kuvaan luonnossa valitsevalla valolla
 - Joskus mukana sateenvarjo tai pikku diffu.
 - Joskus joku heijastin.
- Kotona
 - 1-2 käsisalamalla
 - Jansjö lampuilla (Ikea lopetti valmistamisen)
 - Ikean Melodi lampunvarjostimen avulla
 - Valkoisilla muovisilla kertakäyttömukeilla
 - Kapalevyä yms. heijastimina



Valot

- Melkoinen klassikko on Pringles-purkki



Valot

- Valmiit kaupalliset ratkaisut esim. Beetle diffuser
- En ole mikään näiden fani taustan takia



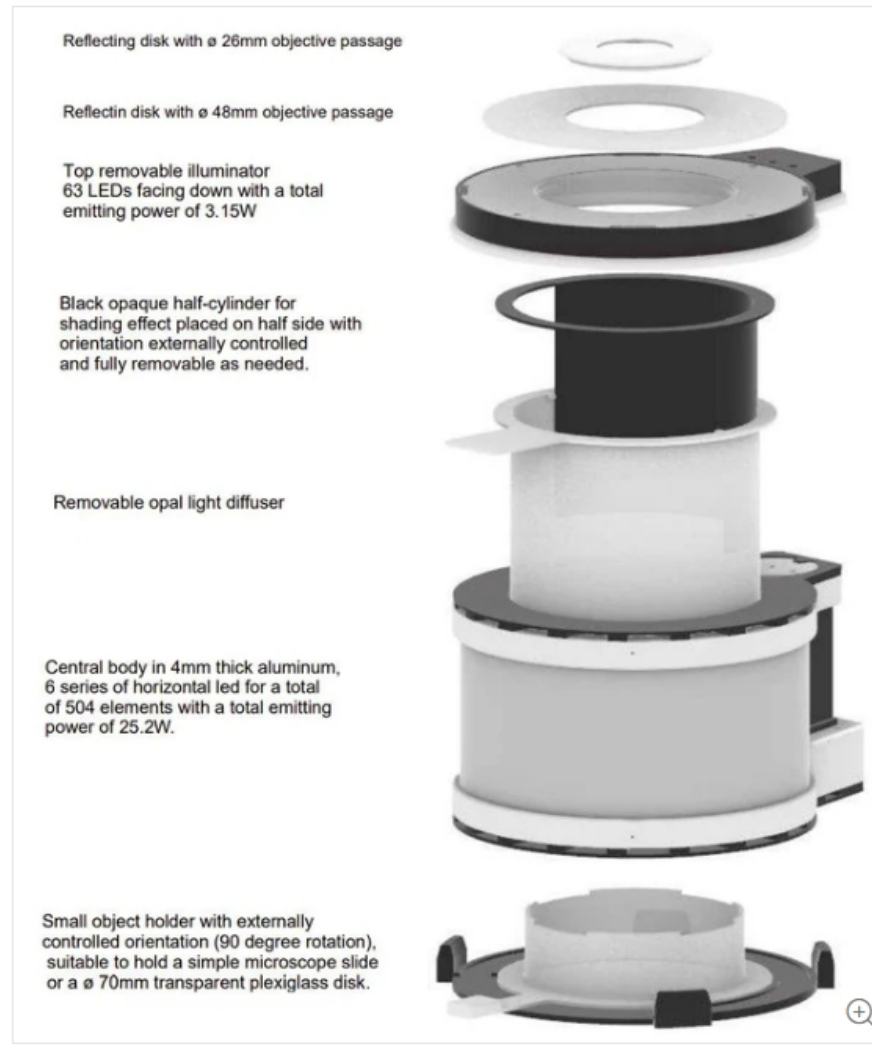
Valot

- Rengassalamat tai vastaavat makrosalamat



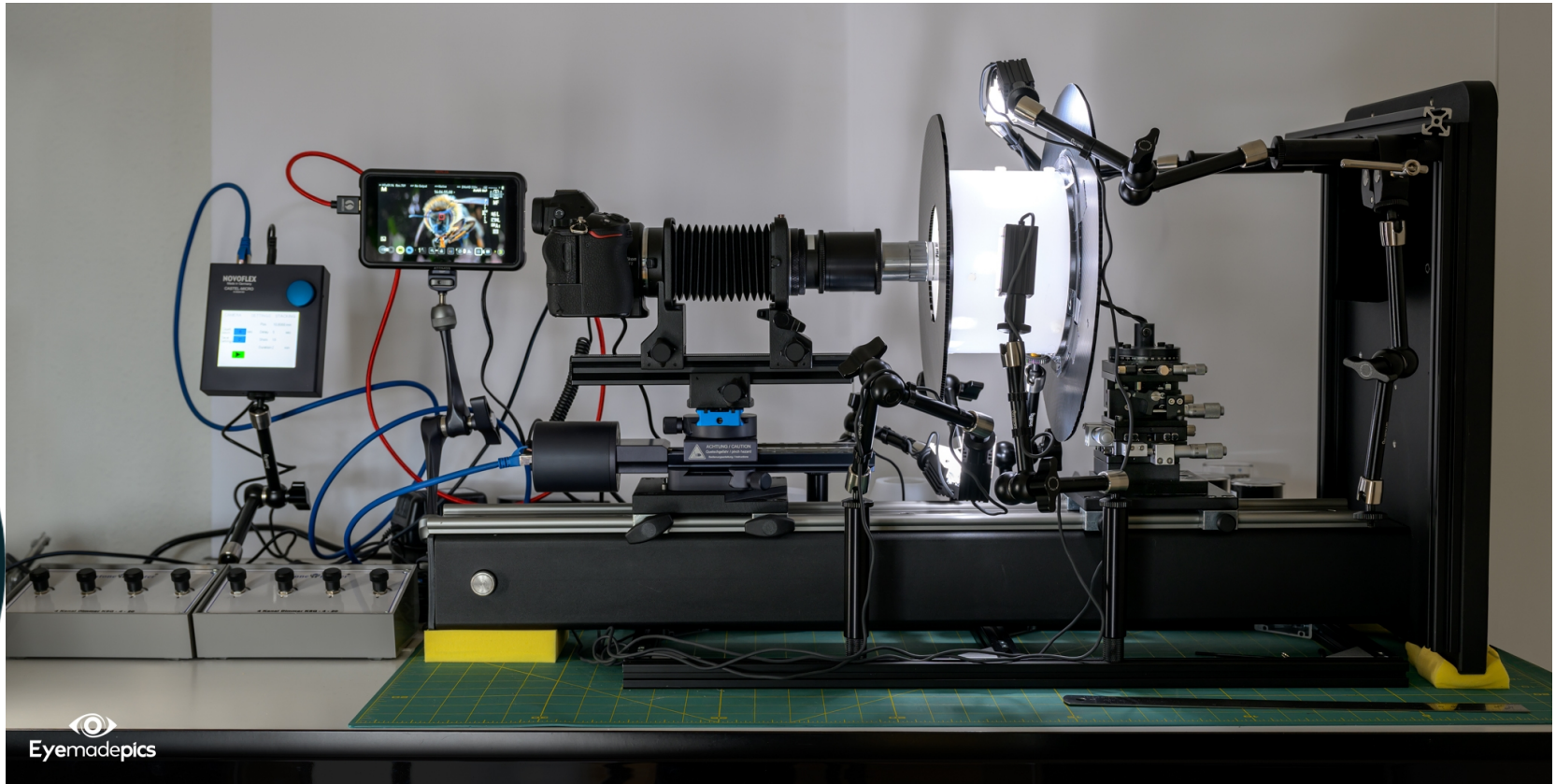
Valot

- Erikoisvalot studioon esim. Ogglab



Valot

- Tai ihan vaan itse tehty ympäristö (Thomas Schwab)



Valot

- Valoja voi tehdä monella tavalla. Erityisesti ns. studiomakrojen osalla.



Kysymyksiä



Focus stacking - pinoaminen



Focus stacking - Pinoaminen

- Kuvaustekniikka, jossa yhdistetään useita eri tarkennuspisteillä otettuja kuvia.
- Parantaa terävyydsaluetta (syväterävyyttä), erityisesti makro- ja maisemakuvauksessa.
- Vaatii jalustan ja tarkkaa kohdistusta kuvien välillä.
- Yhdistäminen tapahtuu jälkikäsittelyssä ohjelmistolla (esim. Photoshop, Helicon Focus, Zerene Stacker).
- Poistaa optiikan rajoituksia ja mahdollistaa koko kohteen terävyyden.



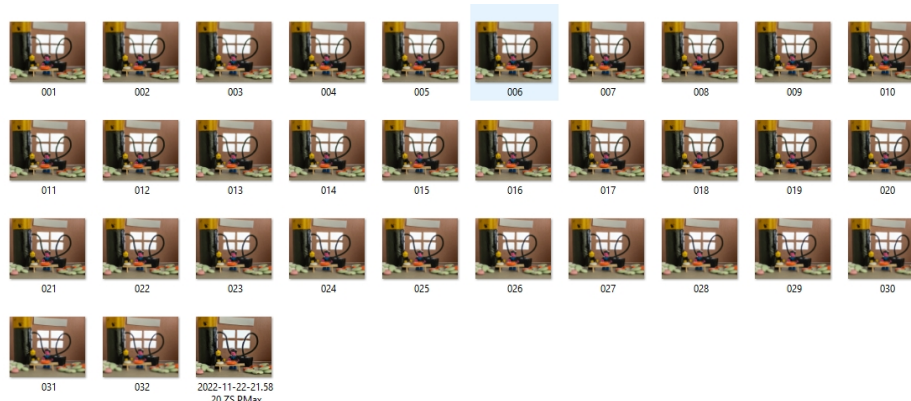
Focus stacking – Pinoaminen -2

- Helppo ja yksinkertainen asia ymmärtää. Paitsi jos pyytää kuvitusta AI:lta



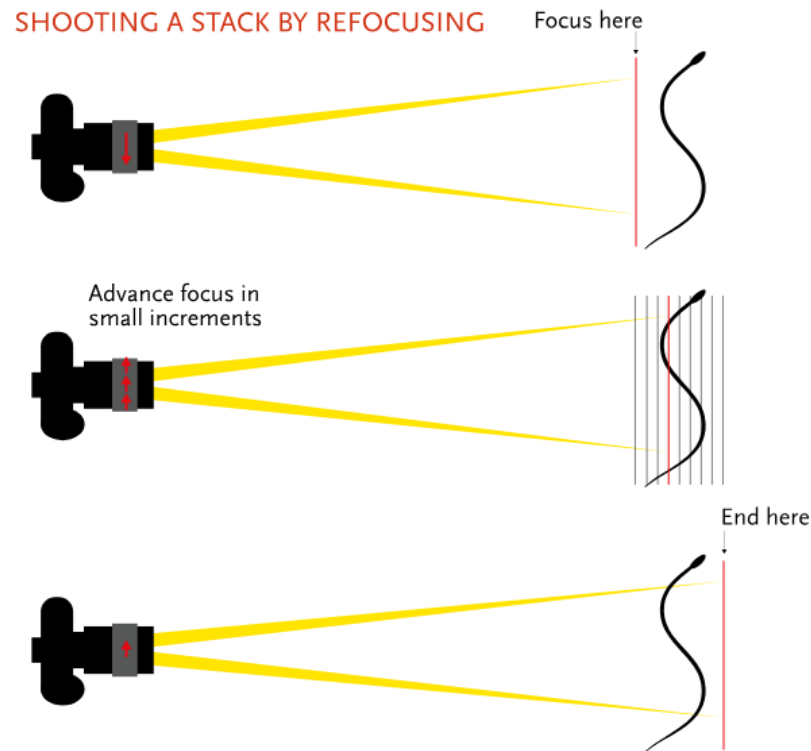
Focus stacking – Pinoaminen -3

- Kahden käsitteen ero:
 - Focus bracketing ja focus stacking liittyvät toisiinsa, mutta niillä on eri tarkoitukset:
 - Focus bracketing: Kamera ottaa sarjan kuvia eri tarkennuspisteillä automaattisesti tai manuaalisesti. Kuvia ei yhdistetä vielä tässä vaiheessa, vaan ne ovat valmiina jatkokäsittelyä varten.
 - Focus stacking: Jälkikäsittelyssä focus bracketingillä otetut kuvat yhdistetään yhdeksi kuvaksi, jossa on laajempi syväterävyys. Tämä tehdään ohjelmistoilla, kuten Photoshop tai Helicon Focus.
- Lyhyesti: bracketing on kuvien ottamista, stacking on niiden yhdistäminen.



Focus stacking – Pinoaminen -4

- Käytännössä kuvia otettaessa siirretään tarkennusta ja otetaan nippu kuvia.
- Terävyysalueet pitää mennä lomittain.



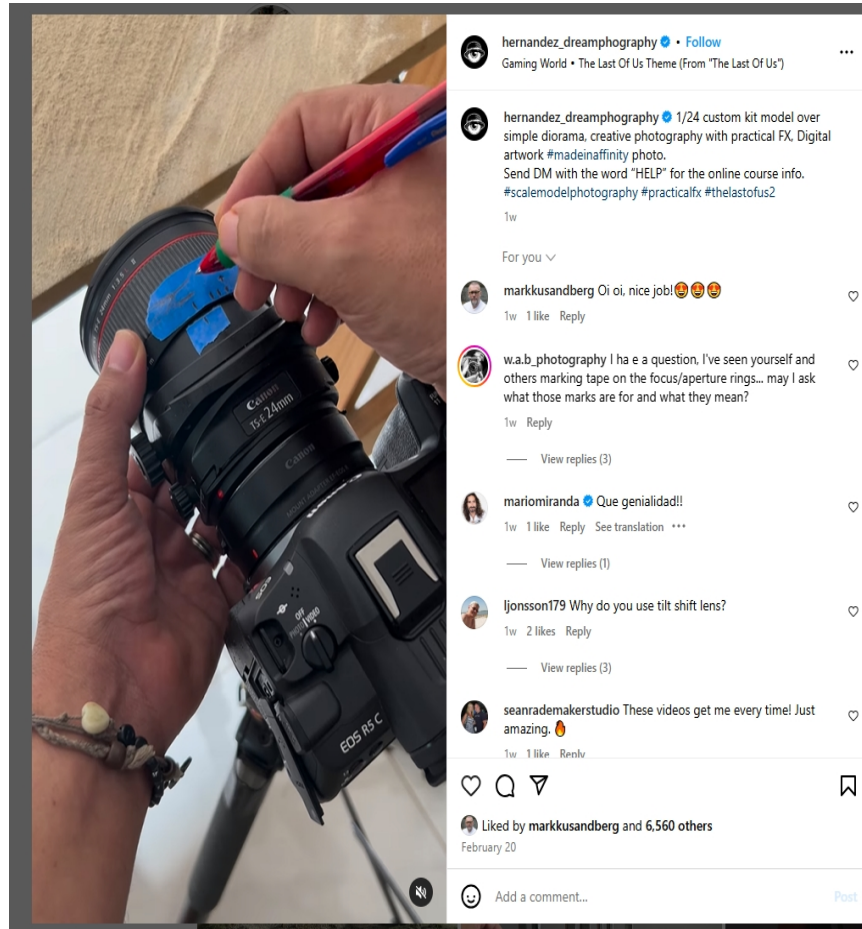
Focus stacking – Pinoaminen - 5

- Makroissa tulee vastaan sitä, että syväterävyys on erittäin pientä.
- Pahimmillaan pinossa on satoja kuvia.



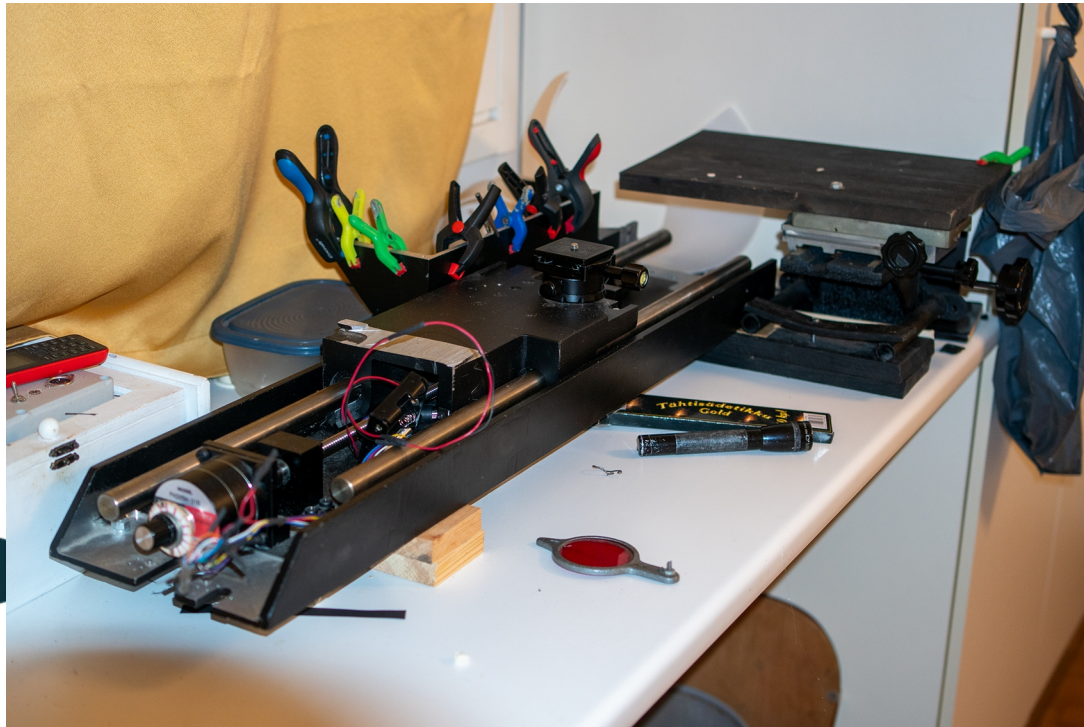
Focus stacking – Pinoaminen - 6

- Lähikuvissa ja maisemissa pärjää käsitarkenteisen objektiivin tarkennuskehällä.



Focus stacking – Pinoaminen - 7

- Karkea sääntö
 - Hernettä pienemmät kohteet – Kameran tai kohteen siirto
 - Hernettä suuremmille palje
 - Ja lopuille kameran tarkennuskehä. Sähköinen tarkennuskehä ei muuten ole kiva.
 - Sitten on kameran omat automatiikat. En käytä niitä.



Focus stacking – Pinoaminen - 8

- Tarkennuskehä
 - Nopea tapa kuvata pinon kuvat, jos kohde on tarpeeksi suuri.
 - Käytännössä siirretään pienin askelin tarkennuskehää haluttu väli.
 - Focus breathing – kannattaa muistaa, että rajaamisen tekee vasta pinoamisen jälkeen.



Focus stacking – Pinoaminen - 9

- Palje hennettä suuremmille kohteille. Kukat, pöytäasetelmat jne. ovat helppoja.
- Manuaalipalkeella pienin askelin siirtyminen. Harjoittelemalla oppii.
- Jos haluaa hienostella, niin hankkii Novoflexin askelmoottoriohjatun palkeen.



Focus stacking – Pinoaminen - 10

- Pienille kohteille (hernetä pienemmille) kameran tai kohteen siirtäminen
- Makrokiskot, automatisoidut kiskot (rails)
- Tässä kohdassa en etsisi ihan halvinta
- Eli en ostaisi tällaista



Focus stacking – Pinoaminen - 11

- Vaan jotain tälläistä
 - 0.01 mm minimisiirrot
 - Siirtoa varten hienokierteinen ruuvi
 - Pohjassa Arca-Swiss + jalustakierteet
 - Tuolla pärjää pitkälle
 - SWEBO MicroMover LS001 Micrometer-style Precision Macro Focusing Slide Rail



Focus stacking – Pinoaminen - 12

- Automaattiset kiskot
- Päästään parhaimmillaan tuhannesosa millien siirtoon
- Hintaluokka 400 – 1000 euroa
- Käytännössä studiokäyttöön



Macro Rail Package



Includes Power Supply and Motor Cable
PREV / NEXT

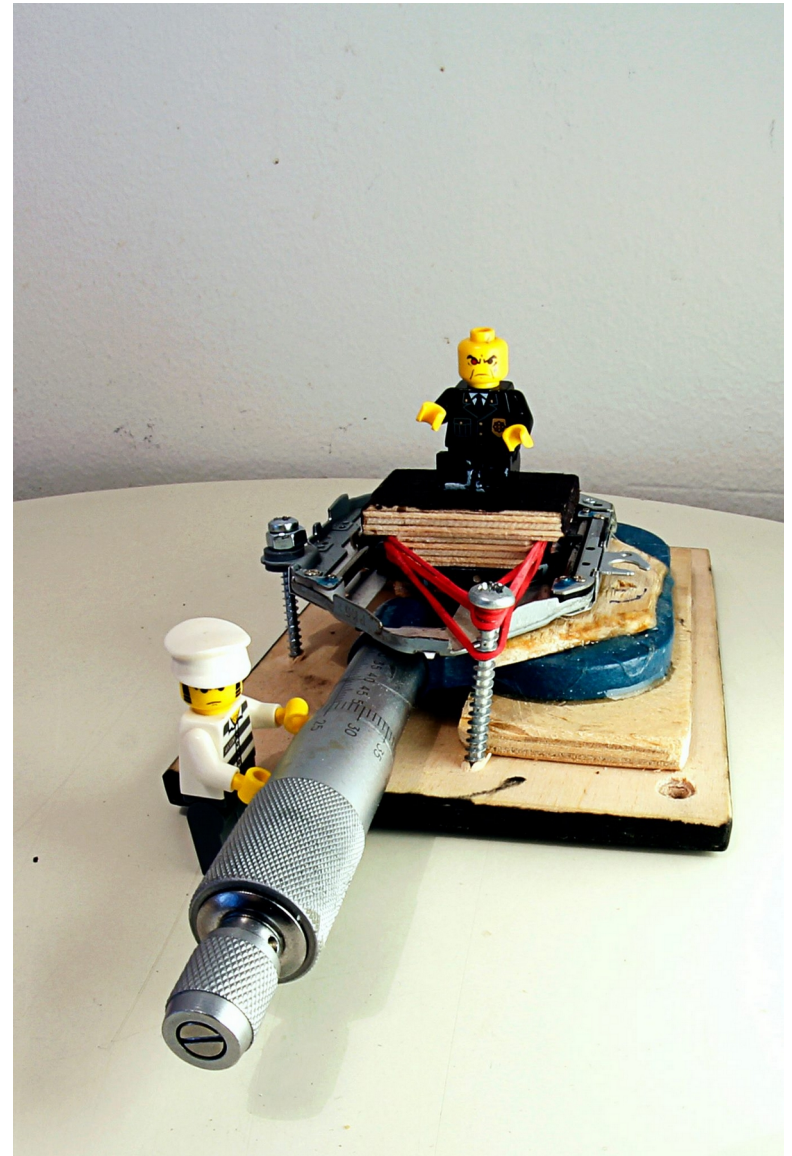
Focus stacking – Pinoaminen - 13

- Tällä kuvaan itse
 - Rakennettu ns. saaduista ja dyykkausosista
 - Kallein osa on Arduino Uno joka ohjaa askelmoottoria
 - Pääsee noin 0.002-0.003 millin askeleeseen.
 - Ruma, mutta toimii



Focus stacking – Pinoaminen - 14

- Ja tällä aloitin
 - Huvittavan näköinen
 - Ötökkää siirtelemällä pääsee parin sadasosan tarkkuuteen.
 - Rakennettu romuista ja Puuilon mikrometriruuvista.



Focus stacking – Pinoaminen - 15

- Pari sanaa ohjelmista (Zerene Stacker / Helicon Focus):
 - 1. Erikoistuneet algoritmit
 - – Zerene Stacker ja Helicon Focus on suunniteltu nimenomaan focus stackingiin, joten niiden yhdistämisalgoritmit ovat tarkempia ja tehokkaampia.
 - – Photoshopin focus stacking on perustoiminto, joka ei aina käsittele vaikeita yksityiskohtia hyvin (esim. hienot karvat, heijastukset tai monimutkaiset tekstuurit).
 - 2. Laadukkaampi lopputulos vaikeissa tilanteissa
 - – Zerene Stackerin PMax-algoritmi tuo esiin hienovaraisia yksityiskohtia, joita Photoshop saattaa sumentaa.
 - – Helicon Focus tarjoaa useita eri yhdistämismenetelmiä (A, B, C), joista voi valita tilanteeseen sopivimman.
 - 3. Parempi reunankäsittely ja artefaktien hallinta
 - – Photoshopilla focus stacking voi tuottaa reunavirheitä ja haamuja (ghosting), jotka vaativat manuaalista korjausta.
 - – Zerene Stackerissa ja Helicon Focusissa on työkaluja, joilla voi helposti poistaa virheet ja parantaa lopputulosta.

Focus stacking – Pinoaminen - 16

- Milloin Photoshop riittää?
 - Jos focus stackingia tehdään vain satunnaisesti eikä ole tarvetta maksimaaliseen laatuun, Photoshop voi olla riittävä. Se toimii hyvin yksinkertaisissa stäkkäyksissä, joissa ei ole paljon ohuita yksityiskohtia tai suurta syväterävyyden vaihtelua.
 - Mutta jos focus stacking on keskeinen osa työskentelyä (esim. makrokuvaukset, tieteellinen kuvaukset, tuotekuvaukset), Zerene Stacker tai Helicon Focus on selvästi parempi vaihtoehto.



Focus stacking – Pinoaminen - 17

- Kysymyksiä?



Kiitos

