

# Kuinka tarkennus toimii?



# ETÄISYYS

Tarkennus, focus, auto focus, AF, MF. Lähes kaikki kamerat tarkentavat, joissakin malleissa toiminta vain jää kameran harteille. Automaattinen tarkennus on varsin uusi keksintö. Miten kamera tekee tämän näköaistiin perustuvan toimenpiteen?



**Mittaetsinkameran** toinen etäisyydenmittausaukko näkyy kameran vasemmassa ylä-laidassa.

Linssillä tehty objektiivi ei pysty kuvaamaan täysin tarkasti kuin yhdeltä etäisyydeltä, niin sanotulta tarkennusetäisyydeltä. Kuva syntyy tämän etäisyyden etu- ja takapuoleltakin, mutta yksityiskohdat pehmenevät riippuen käytetystä aukosta.

Objektiivin tarkennusetäisyyttä voidaan säätää muuttamalla sen etäisyyttä kuvatasosta tai muuttamalla polttoväliä. Nykyisillä retrofocus-objektiiveilla voidaan linssien keskinäistä asemaa muuttamalla siirtää objektiivin linssitasoa, vaikka etulinssi ei siirrykään.

Objektiivin tarkennusta voidaan säätää käsin tai kameran ohjaamana objektiivissa olevan moottorin voimalla. Moottori voi olla objektiivissa tai kameran rungossa, sen äänekkyys ja nopeus ovat keskeisiä ominaisuuksia. Olennainen asia on kuitenkin tietää, milloin tarkennus on juuri kuvauskohteen kohdalla. Tätä on ratkottu usealla tavalla aina valokuvauksen alkuajoista lähtien.

## Kuva lasille

Ensimmäiset kamerat olivat laatikoita, joiden etupuolella oli aukko linssille ja takalevyllä filmi. Niillä tähtääminen ja tarkennus tehtiin korvaamalla filmi himmeällä lasilla, johon kuva projisoitui. Linssin etäisyyttä takalevystä säädettiin, kunnes kuvan kohteen pienet yksityiskohdat näkyivät terävinä. Usein katselu tapahtui mustan kankaan alla, jotta hämärä kuva näkyisi. Lasin tilalle vaihdettiin filmi ja otettiin kuva.

# MITTARI

Kaksilinssiset ja muutkin suuren koon kamerat käyttävät samaa menetelmää. Vastaavanlainen tilanne on myös nykyisissä peilietsinjärjestelmissä. Niissä kuva projisoituu peilin kautta etsimen alla olevalle tähyslasille. Tähyslasi on samalla optisella etäisyydellä kuin kennoakin. Käsintarkennettaessa kuvaaja hakee objektiivin tarkennusrengasta pyörittämällä kohteen etsinkuvan mahdollisimman teräväksi.

Ison laatikkokameran tähyslasi on varsin hyvä tapa tarkentaa. Muodostuva kuva on niin iso, että yksityiskohdat näkyvät. Järjestelmän tähyslasin käytön ongelma on se, että kauempana olevien kohteiden teräväksi saaminen pienen etsinkuvan avulla on vaikeaa. Jos valoa on vähän, ei silmän erotuskyky riitä hyvään tarkennukseen.

## Kolmiomittausta

Kameroiden pienentyessä, ei objektiivin ja filmin väliin saatu enää peiliä, vaan tähtääminen piti tehdä erillisen etsimen kautta. Näissä niin sanotuissa rangefinder- tai mittaetsinkameroissa alettiinkin käyttää vanhaa optisen etäisyydenmittauksen keinoa.

Kun samaa kohtaa katsotaan kahdesta hiukan toisistaan etäällä olevasta pisteestä, ei katse kohdistu samaan suuntaan. Kohde ja katsomisaikat muodostavat kolmion. Jos peilien avulla siirretään molempien näkymät päällekkäin, ero näkyy selvästi. Toisen katselupisteen peiliä kääntämällä saadaan katsekulmien ero ja sen avulla voidaan laskea kohteen etäisyys.

Mittaetsinkameroissa oli kameran läpimenevän etsimen lisäksi kameran toisessa laidassa oleva etsinlaukko. Sen kuva vietiin käännettävän peilin ja prisman avulla osaksi varsinaista etsinkuvaa. Samalla kun objektiivia tarkennettiin, käännettiin myös tätä peiliä. Kun etsinkuvan osat olivat päällekkäin, oli tarkennus oikea.

Hyvin tehdyn mekaniikan avulla tarkennus saatiin helpoksi ja tarkaksi. Mittaetsimen ongelmat liittyivätkin enemmän muihin asioihin, kuten rajauksen virheeseen lähikuvauksessa ja eri polttoväleillä.

Järjestelmäkameroissa vastaavanlainen mittausta voidaan tehdä käyttämällä linssin eri laidoilta tulevaa kuvaa. Tällöin tähyslasissa haetaan leikkoprismojen avulla kaksi eri kuvaa päällekkäin. Myös niin sanottu mikroprisma-etsin perustuu tähän – linssin laidoilta tulevat kuvat sekoittuvat sumeiksi pienissä pyramidiprismoissa, jollei tarkennus ole aivan kohdallaan.

## Kaikuluotaus

Kuluttajakameroiden yleistyessä käsitarkennus alettiin kokea vaikeaksi. Simppeleiden kameroiden tarkennus tehtiin käytännössä kiinteäksi. Pienellä aukolla ja polttovälillä tarkennus säädettiin hyperfokaaliseen pisteeseen, jolloin kuvista tuli riittävän tarkkoja minimikuvausetäisyydestä äärettömään. Useimmat kännykkäkamerat toteutetaan edelleen näin. Toinen vaihtoehto oli tarjota kaksi tai kolme valmiiksi säädettyä kuvausetäisyyttä.

Täysin automaattinen tarkennus kameroissa on melko nuori keksintö. Vuonna 1976 Konica julkaisi ensimmäisen kompaktikameran, jossa oli automaattinen tarkennus. Järjestelmäkameroihin tämä tuli 80-luvun alussa, ja sen jälkeen tekniikka on yleistynyt lähes kaikkiin kameroihin.

Automaatiikat jaetaan aktiivisiin ja passiivisiin järjestelmiin. Aktiiviset ovat perustuvat eräänlaiseen kaikuluotaukseen. Kamera lähettää ultraääntä tai infrapunavaloa jonka heijastumista kohteesta mitataan. Äänestä voidaan mitata viivettä lähtöhetken ja heijastumisen välissä. Valolla joko verrataan heijastuneen valon määrää alkuperäiseen, tai valo suunnataan kääntyvänä säteenä, jolloin heijastumiskulmasta saadaan etäisyys hiukan mittaetsimen tapaan.

Aktiiviset järjestelmät ovat siitä erinomaisia, että ne toimivat myös pimeässä. Ne ovat kuitenkin valitettavan häiriöherkkiä, eikä ikkunan läpi kuvaaminen onnistu kunnolla. Passiiviset järjestelmät ovat vallanneet markkinat lähes täysin niiden valoherkkyiden parantuessa.

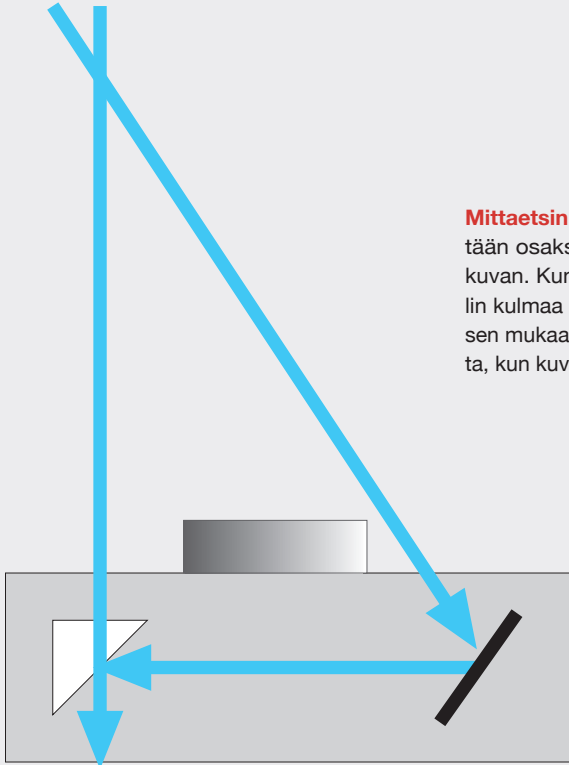
## Terävän etsintää

Passiivisissa järjestelmissä on käytössä kaksi eri tapaa. Toinen muistuttaa periaatteeltaan tähyslasin käyttöä ja toinen mittaetsintä. Digikomaktien kenno näkee kuvan objektiivin läpi jatkuvasti ja pystyy muodostamaan etsinkuvan LCD:lle. Sen tuottamaa informaatiota voidaan käyttää tarkennukseenkin niin sanotulla kontrastimenetelmällä, joka matkii ihmisen tapaa tarkentaa tähyslasin avulla.

Kennon tuottamasta esikatselukuva otetaan tarkennuspisteen kohdalta lyhyt vaaka- tai pystysuora rivi pikseleitä. Näiden pikselien keskinäisestä kontrastista lasketaan mitta-arvo, joka pyrkii olemaan sitä suurempi, mitä nopeampaa vaihtelua vierekkäisten pikselien valoisuusarvojen välillä on.

Tarkennus tehdään liikuttamalla ensin optiikan tarkennus etäälle. Tarkennuspisteelle lasketaan kontrastiarvo, ja liikutetaan tarkennusta hiukan lähemmäksi. Mittaukset toistetaan koko tarkennusalueen läpi. Se kohta, jossa on suurin kontrastiarvo, tulkitaan oikeak-

## :::INFO



**Mittaetsinkamerassa** etsimen kuvaan liitetään osaksi sivummalta haettu tarkennuskuvan. Kun tarkennuskuvan kääntävää peilin kulmaa muutetaan objektiivin tarkennuksen mukaan, löydetään oikea tarkennuskohda, kun kuvat ovat kohdakkain.



25 50 75 50 25 75 75 50 25 0



25 25 25 25 50 0 25 25 25

25

0 75 99 75 0 99 75 0 25 0



75 25 25 75 99 25 75 25 25

50

**Kontrastinmittaus** pikselirivin avulla perustuu useimmiten vierekkäisten pikselien valoisuusarvojen erotusten laskentaan. Ohessa samasta kohteesta saatu epätarkka ja tarkka pikselirivi. Ylemmässä vierekkäisten pikseleiden tummuusarvojen keskiarvo on 25. Alemmassa se on jo 50. Kun nämä arvot haetaan koko tarkennusalueelta sopivin välein, voidaan suurimman lumin perusteella valita tarkin kohta.

si tarkennukseksi ja siirretään objektiivin tarkennus takaisin siihen.

Kontrastimenetelmän hyvät puolet ovat, että se toimii varsinaisen objektiivin läpi, tarkennuspisteitä voi olla useita ja ne kaikki voidaan mitata yhtä aikaa. Lisäksi se on edullinen tehdä, mikä on ehkä valmistajien pääsyy menetelmän käyttöön. Huonoin puoli on hitaus: objektiivin tarkentaminen koko alueen läpi vie aikaa, tarkennus voi kestää jopa sekunnin. Lisäksi hämäryys tai kontrastien puuttuminen kohteesta sotkee tarkennuksen.

*Kamera on kuitenkin edelleen vain kone.*

Kontrastimenetelmää on parannettu ajan myötä. Apuna käytetään kohteen valaisemista, erilaisia laserilla tehtyjä valokuvioita, nopeampaa tarkennusmoottoria, tarkennusalueiden suuraa kennolta lukemista ja erilaisia ennakoiteja. Tarkennuksen kokeilu voidaan aloittaa vaikkapa edellisestä tarkennuskohdasta.

### Vaihe-erolla

Vaihe-eroa mittaavaa tarkennusta käytettiin jo ensimmäisissä AF-kameroissa, ja se on edelleen ehkä luotettavin passiivinen menetelmä. Sitä käytetään järjestelmäkameroissa ja useissa filmikompakteissa. Monissa digikompakteissakin se on kontrastimenetelmän apuna.

Vaihe-eromittaus matkii mittaetsintarkennusta. Kompakteissa se käyttää kahta erillistä mittaussaukkoa linsin vieressä. Järjestelmissä mittaus tehdään objektiivin läpi, vertaamalla linsien eri reunoilta tulevaa kuvainformaatiota toisiinsa.

Tyypillisesti tarkennus tehdään puoliläpäisevän tähtäinpeilin läpi. Peilin takana on toinen peili, joka ohjaa kuvan kameran alaosaan oleviin tarkennusantureihin. Anturi muodostuu rivistä valoherkkiä pikseleitä, vastaavanlaisista kuin kameran kennossa. Anturin edes-

sä on linssi, joka ohjaa vain pienen kaistan linssin läpi tulleesta valosta mitattavaksi. Se toimii ikään kuin neulanreikä, jonka takana kuva muodostuu vaikka ei ollakaan tarkennustasolla.

Tarkennusanturit toimivat pareittain. Toinen saa kuvansa linssin toiselta reunalta ja toinen toiselta. Pikseliriveille syntyvää kuviota verrataan pareittain, ja pyritään etsimään missä kohtaa ne vastaavat toisiaan. Kuvioiden välisestä siirtymästä – vaihe-erosta – saadaan laskettua, kuinka paljon objektiivin tarkennus on sivussa oikeasta. Tämän tiedon avulla käskytetään objektiivin moottori liikuttamaan optiikka suoraan oikean tarkennuksen kohdalle.

### Vain automaatti

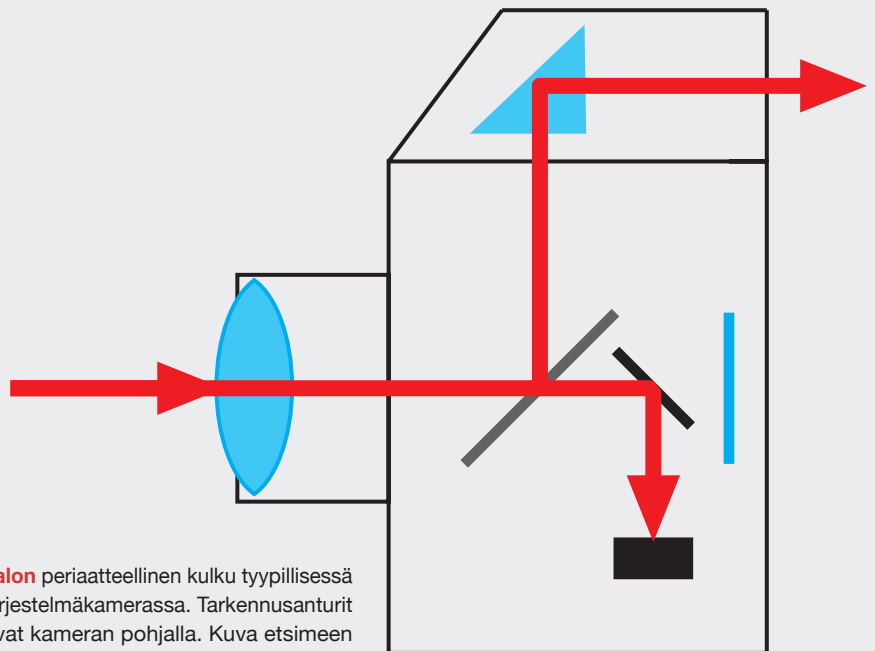
Vaihe-erotarkennus on nopea, se siirtää objektiivin kerralla oikeaan paikkaan. Se toimii myös vähäisemmässä valossa, koska mittauskennojen edessä ei ole värifilttereitä. Mittauspisteitä voidaan tehdä useita ja ne mittaavat kaikki yhtä aikaa. Se ei kuitenkaan toimi täysin pimeässä ja vaatii kohteesta jonkinlaisia valoisuuden rajapintoja. Mittaustapa vaatii myös tietyn vähimmäisaukon käyttämisen, jotta se saisi kuvaa linssin reuna-alueelta.

Koska pikselirivi on vaak- tai pystysuuntainen, se erottaa vastaavasti vain pysty- tai vaakasuuntaiset kontrastimuutokset. Tämän takia antureita on yleensä molemmin päin kuva-alueella.

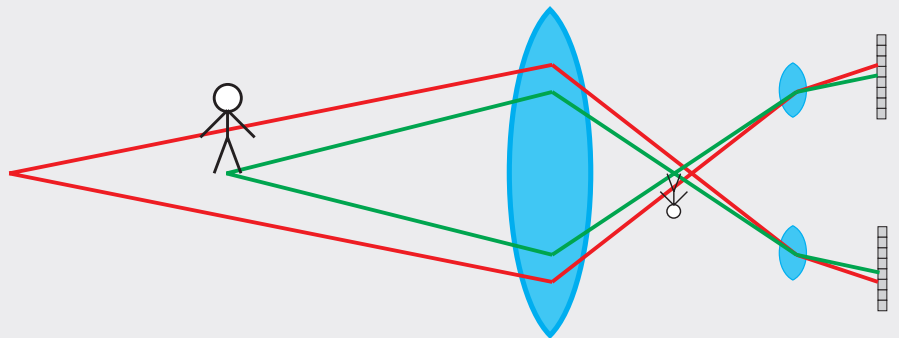
Vaikka vaihe-erotarkennuksen periaate on yksinkertaisen oloinen, käytännössä eri etäisyyksillä olevat kuvan yksityiskohdat sotkevat helposti mittausta. Ensimmäiset järjestelmät eivät olleet kovin luotettavia. Lisääntyneen prosessoritehon myötä kameroihin on tullut parempia hahmontunnistusalgoritmeja, ja tarkennuksen nopeus sekä toimivuus ovat nykyään erittäin hyviä.

Kamera on kuitenkin edelleen vain kone. Hyvästäkin automaattitarkennuksesta huolimatta kuvaaja päättää mihin kohtaan kuvassa tarkennetaan. Usein käsin tehty tarkennus on tarpeen ennakkoitaessa nopeita tilanteita tai kuvattaessa jatkuvasti samalle etäisyydelle. Hyvä käsintarkennustaito ja suurikokoinen etsin auttaa monissa vaikeissa kuvaustilanteissa.

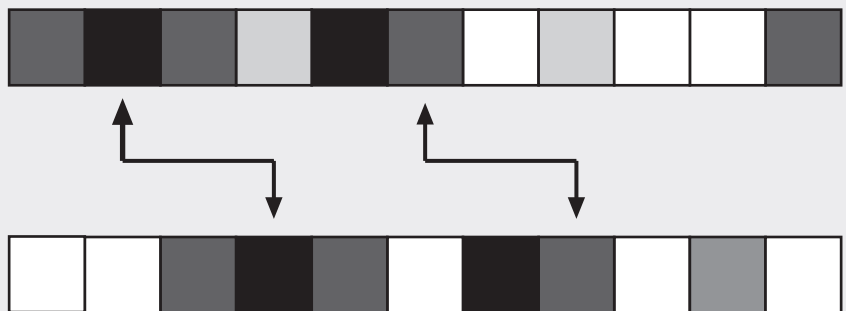
### INFO



**Valon** periaatteellinen kulku tyypillisessä järjestelmäkamerassa. Tarkennusanturit ovat kameras pohjalla. Kuva etsimeen kääntyy ylös etsinpelin avulla. Se on kuitenkin osittain läpäisevä, ja kuva ohjataan antureille toisen peilin avulla.



**Vaihe-eromittauksen** periaate yksinkertaistettuna. Kuvasta otetaan pienellä linssillä ”kaista”, ja se ohjataan pikselirivianturille. Ohjainlinssi on alueella, jossa varsinainen kuva on epäterävä. Linssi toimii neulanreikäkameran tavoin ja muodostaa kuvasta terävän kuvion pikseliriveille. Tämä kuva muodostuu vain linssin toiselta laidalta kerätystä valosta. Toinen ohjainlinssi toimii parina vastaavalla tavalla keräten valoa linssin toiselta laidalta. Pikseliriveille muodostuvia kuvia verrataan keskenään.



**Verrattaessa** kahden vaihe-eroanturin tuottamaa kuviota toisiinsa kameras prosessori siirtää näitä päällekkäin ja koettaa hakea vastaavuuksia. Kun kuviot ovat tarpeeksi samanlaiset, saadaan siirtymästä tarvittava korjaus tarkennukseen. Tämä korjaus käskytetään objektiivin tarkennusmoottorille.