

Luento 8: Ilmakuvaus

AIHEITA

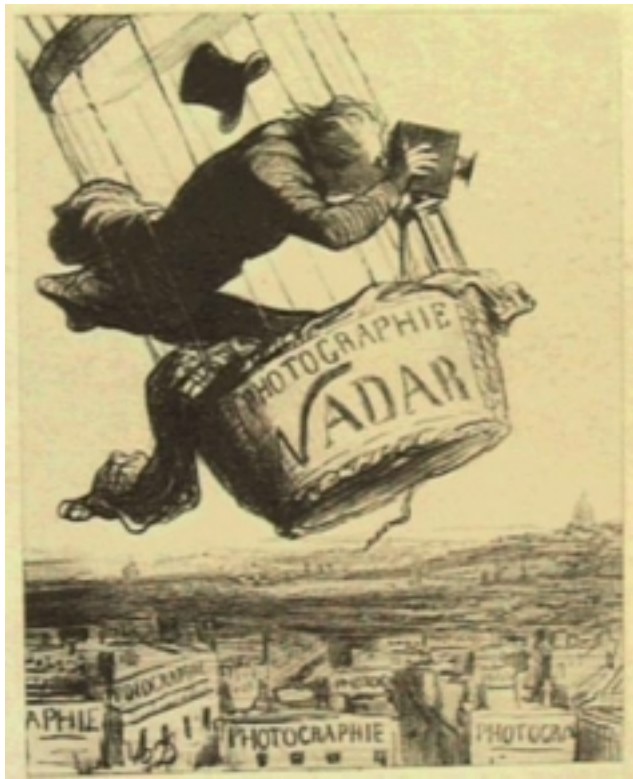
- [Kuvaslajit](#)
- [Kuvaus- ja kartoitusmittakaavat](#)
- [Koordinaatisto ja signalointi](#)
- [Kuvaajat](#)
- [Ilmakuvakamerat](#)
- [Kirjallisuutta](#)
- [Tehtäviä](#)

Fotogrammetrian ehdottomasti yleisin sovellus on ilmakuvaus. Suomessa valtakunnallinen peruskartoitus 1:20'000 tehtiin koko maan osalta ensimmäisen kerran ilmakuvilta. Tämä ajoittui vuosille 1947-75. Kartoitus tehtiin alkuun stereotulkintana ja tulkinnan pohjana käytettiin oikaistuja ilmakuvia mittakaavaan 1:10'000, Pohjois-Suomessa 1:20'000. Tulkinna siirryttiin 1970-luvulla numeeriseen stereokartoitukseen. Tällä hetkellä työ jatkuu maastotietokannan ajantasaistuksena mittakaavaan 1:5'000. Kaupunkien kantakartat ja kaavan pohjakartoitus tehdään stereokartoitukseksi mittakaavoihin 1:500 - 1:2'000, haja-asutusalueilla mittakaavaan 1:5'000.

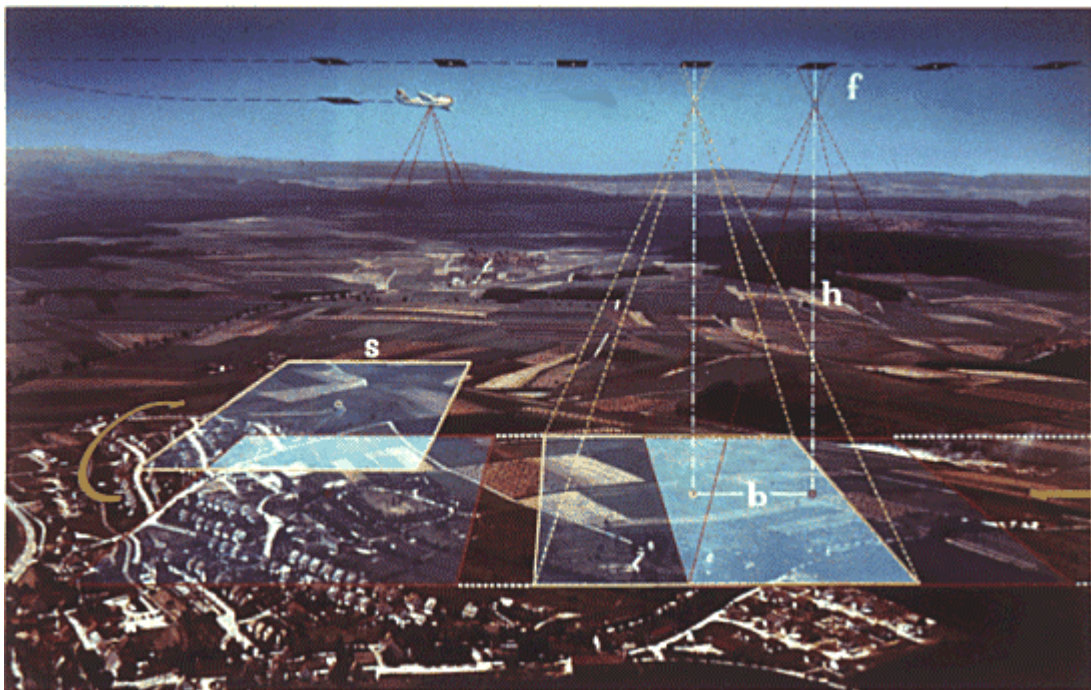
Kartoituskuvaukset ovat pystykuvauksia ja kuvaus pyritään tekemään stereokuvauksena. Koska koko kuvausalue tulee kattaa stereomallein, kuvaus tehdään jonoina, joissa peräkkäiset kuvat peittävät toisensa yli 50 % ja vierekkäiset jonot toisensa 10 - 30 %. Tämä edellyttää erikoisvalmistesta sarjakuvakameraa. Lisäksi ilmakuvakameroiden kuvausominaisuuksien tulee olla poikkeukselliset: 230 mm x 230 mm negatiivikoko, geometrisesti lähes virheetön objektiivi ja erotuskäytävään vähintään 30-40 viivaparia millimetrillä toistava kuvausjärjestelmä. Kartoituskameroiden tekniseen toimintaan liittyviä 1990-luvun uutuuksia ovat olleet satelliittipaikannukseen perustuva navigointi ja kuvauksen ohjaus, sekä kameran stabilointi ja kuvan maaliikkeen kompensointi valotuksen aikana. Digitaalisia kameroita käytetään toistaiseksi vain rajatuissa erikoiskuvauksissa.

Kuvaslajit

- Ilmakuvaukset luokitellaan kuvakallistuksen ν (nyy) suuruuden mukaan seuraavasti:
 - pystykuvaus $\nu < 10$ gon
 - nadiirikuvaus $\nu = 0$ gon
 - viistokuvaus $\nu > 10$ gon
 - matala viistokuvaus (vinokuvaus) $\nu < 50$ gon \Rightarrow horisontti rajautuu kuvan ulkopuolelle
 - korkea viistokuvaus (laakokuvaus) $\nu > 50$ gon \Rightarrow horisontti rajautuu kuvan alueelle
 - vaakokuvaus $\nu \sim 100$ gon

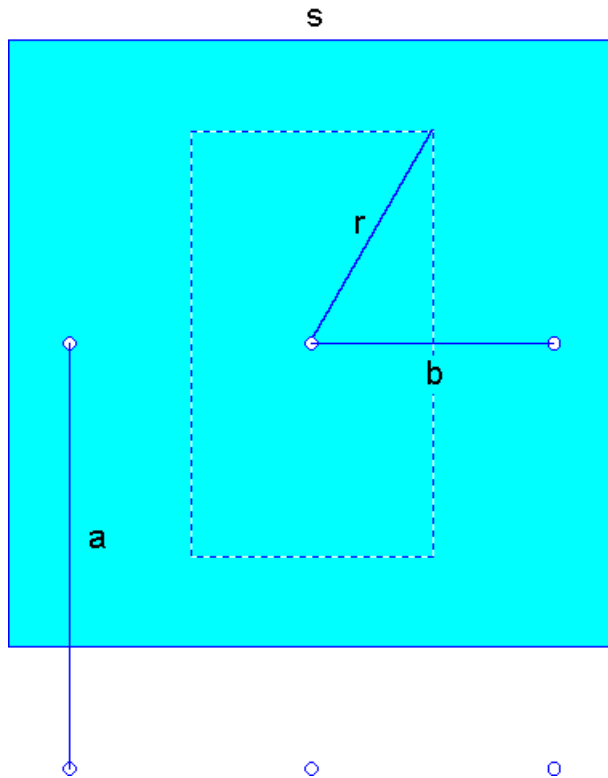


Ensimmäiset ilmakuvaukset tehtiin kuumailmapallostä käsin 1855. Kuvaaja oli Gaspar Félix Nadar (aiemmin Tournachon, 1820-1910). Kuvat olivat viistokuvia. Kuvien käsittely oli maaston kartoitusta ajatellen hankalaa ja esimerkiksi kuvanottoapaikan ja kuvaussuunnan määrittäminen lähes mahdotonta. Vasta ensimmäisen maailmansodan jälkeen ryhdyttiin järjestelmälliseen kartoitusilmakuvaukseen käyttäen lentokoneita kuvauslaitteina. Tämä johti nopeasti myös sarjakuvaukseen soveltuvien ilmakuvakameroiden kehittämiseen ja valmistamiseen 1920-luvulla. Viereisessä kuvassa ilmakuvausta 1990-luvulla (Kuva: [FM-Kartta Oy](#)).



Kartoituskuvaukset tehdään lähes yksinomaan pystykuvauksina ja stereokuvauksen normaali-tapauksen mukaisina stereomalleina. Kuvaus tehdään jonoina, joissa mallit muodostuvat, kun

peräkkäiset kuvat peittävät toisensa yleensä 60 % (**pituuspeitto**). Vierekkäiset jonot kuvataan puolestaan siten, että ne peittävät toisensa 20 - 30 % (**sivupeitto**). Runsailla peitoilla pyritään varmistumaan siitä, että koko alue tulee kuvattua stereomalleina. Suurta tarkkuutta vaativissa kartoitustöissä kuvaukset tehdään myös jonojen kesken 60 % sivupeitolla (**tarkka kartoituskuvaus**). Tällöin useimmat maaston yksityiskohdista näkyvät vähintään neljällä kuvalla ja kohteita jää katveisiin vastaavasti vähemmän. Kamerassa käytettävän objektiivin polttoväli **f** ja kuvauskorkeus **H** määrittäyty kartoitustarpeen mukaan.



$$a = \frac{(100 - q) \cdot s}{100}$$

$$b = \frac{(100 - p) \cdot s}{100}$$

Ilmakuvan kuva-ala

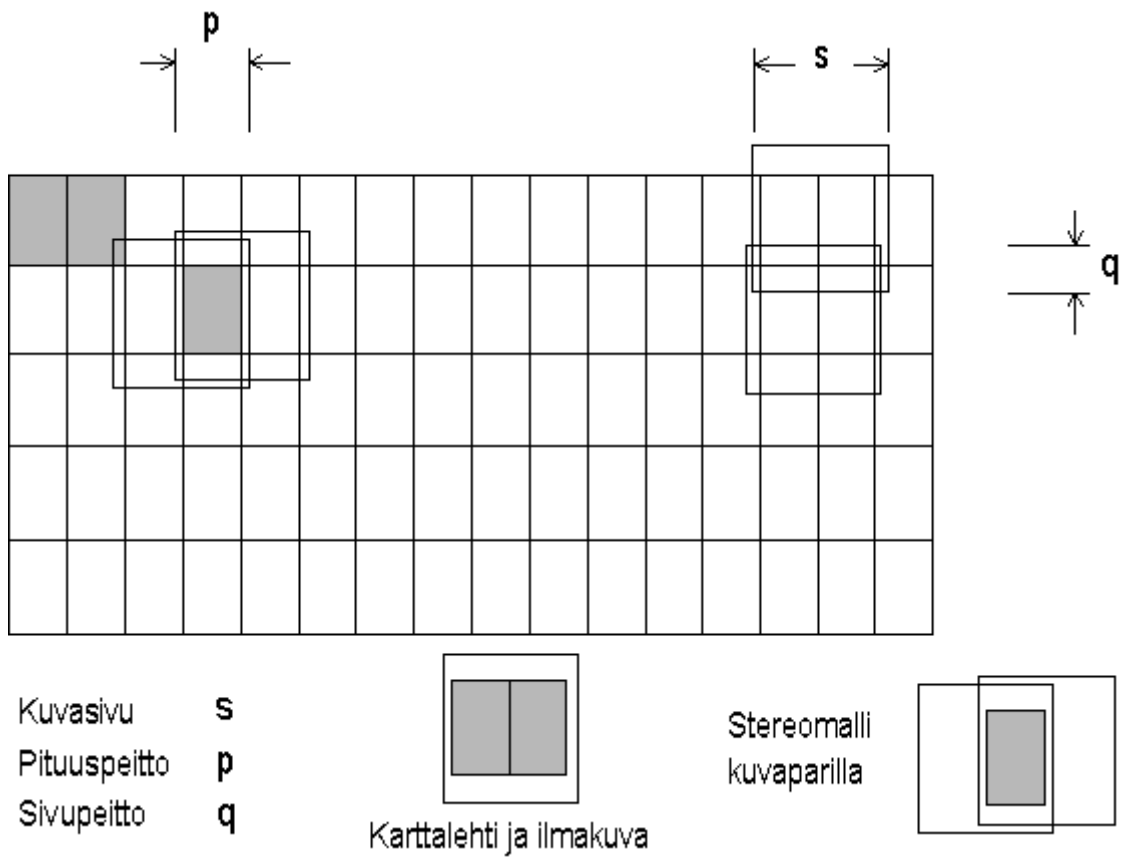
- [Ilmakuvia \(Vantaan kaupunki\)](#)
 - [Vantaa, Tikkurilan keskusta](#)
 - [Vantaa, Jokiniemi](#)



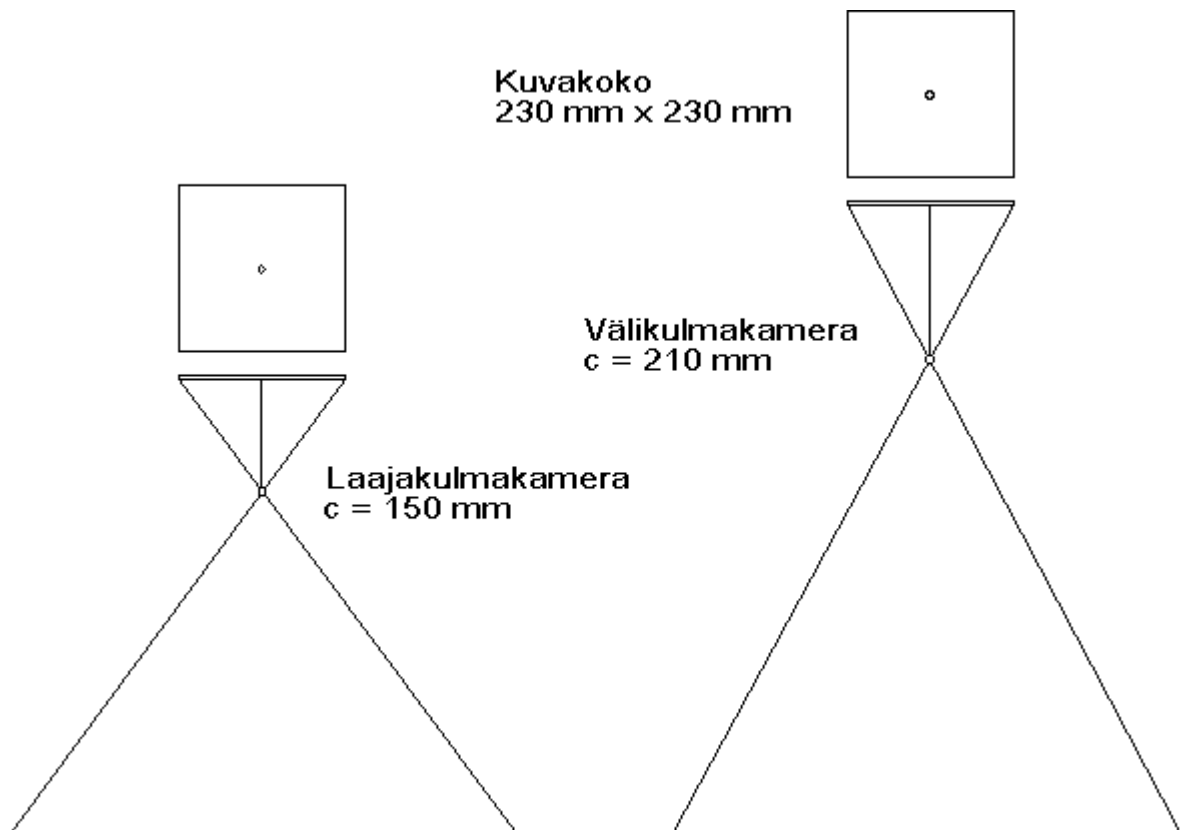
Kuvaus- ja kartoitusmittakaavat

Suomessa yleisimmin käytetyt kuvausmittakaavat.				
Kartoituslaji	Kartoituksen tarkkuusluokka	Kuvausmittakaava	Kameran objektiivi	Lentokorkeus
Korkeakuvaus	-	1 : 60'000	f = 15 cm	9'200 m
Peruskartta	1 : 10'000	1 : 30'000	f = 15 cm	4'500 m
Maastotietokanta	laatuluokat A ja B	1 : 31'000	f = 21 cm	6'500 m
Pohjakartta (ortokuva)	1 : 5'000	1 : 16'000	f = 21 cm	3 350 m
Kantakartta (yleiskaavoitus)	1 : 5'000	1 : 20'000	f = 15 cm	3'000 m
Kantakartta	1 : 2'000	1 : 7'000 - 1 : 10'000	f = 15 cm	1'050 m - 1'500 m
Kantakartta	1 : 1'000	1 : 3'300- 1 : 6'000	f = 15 cm	500 m - 900 m
Kantakartta	1 : 500	1 : 3'000- 1 : 3'500	f = 15 cm	450 m- 530 m
Tiesuunnittelu, yleissuunnittelun maastomalli	1 : 2'000	1 : 12'000	f = 15 cm	1'900 m
Tiesuunnittelun, tarkka numeerinen maastomalli	laatuluokat	1 : 3'300	f = 15 cm	500 m
Metsätalouden väärävarikuvaukset		1 : 30'000		

Oheisesta taulukosta nähdään, että kuvaus tehdään peruskartta- ja maastotietokantakuvausmittakaavaan 1 : 30'000 ja kartoitusmittakaava on noin 1 : 10'000. Kuvausmittakaava on tällöin kolme kertaa pienempi kuin siitä valmistettavan kartan mittakaava. Tämän suhteen määrittää ensisijaisesti kuvan erotuskyky. Suuremmissa kartoitusmittakaavoissa suhde pienenee, mutta samalla mittausjärjestelmälle asetetut tarkkuusvaatimukset kasvavat. Esimerkiksi kantakartan 1 : 500 tuotannossa käytetään yleisesti kuvausmittakaavaa 1 : 3'000 - 3'500.

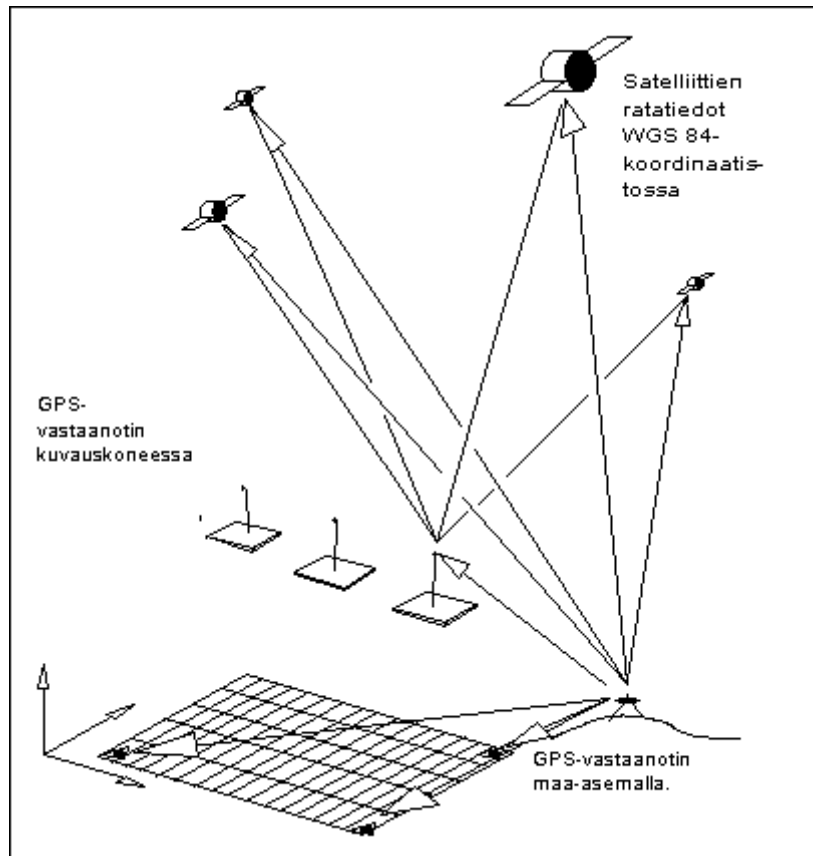


Kartoituskuvaus tehdään mikäli mahdollista karttalehtijaon mukaan ja alue kuvataan päälman-suuntien suuntaisin jonoin. Stereomallien kannalta on edullista, jos yksittäiset kuvat peittävät esimerkiksi koko karttalehden tai sen puolikkaan. Tällöin karttalehdet koostuvat kokonaisista malleista. Aluekuvauksen kuvajoukkoa kutsutaan **ilmakuvablokiksi**.

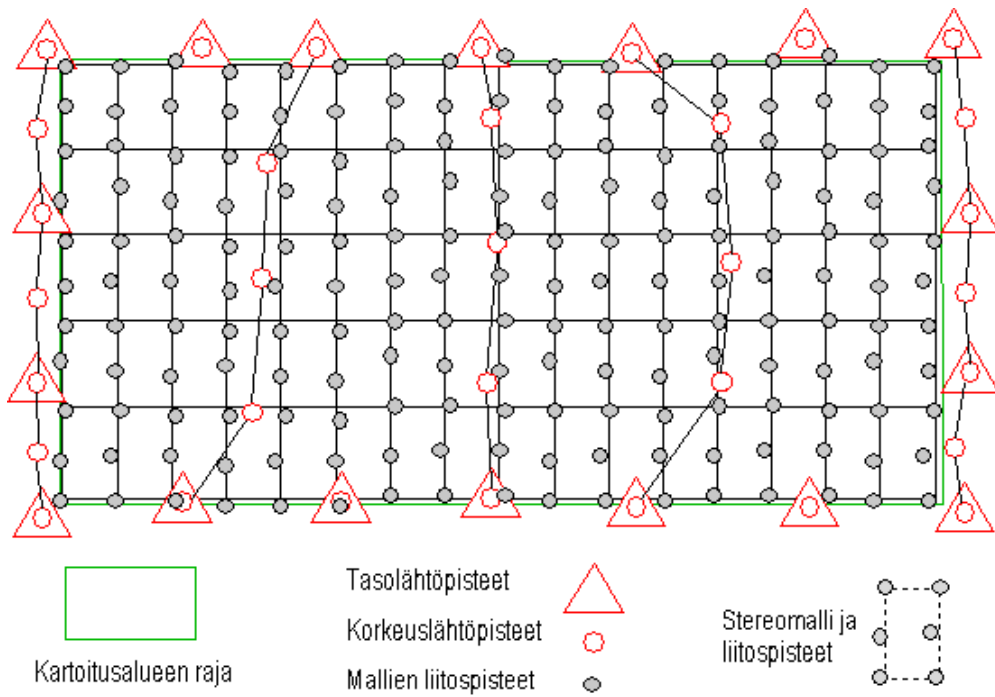


Suomessa käytetään yleisimmin laajakulma- tai välikulmakameraa. Laajakulmakamera soveltuu erityisesti topografiseen kartoitukseen. Sillä kuvattaessa stereomallin kantasuhde on parempi kuin välikulmakameralla, millä on merkitystä korkeusmallien mittaustarkkuuteen. Välikulmakameraa käytetään mm. maanmittauslaitoksen maastotietokannan ajantasaistustoiminnassa, jossa kartoitus perustuu aiemmin mitattuun korkeusmalliin ja ns. ortokuvaukseen. Välikulmaobjektiivilla kuvattaessa maaston peitteisyydestä aiheutuvat katveet ovat kuvalla pienemmät kuin laajakulmaobjektiivilla kuvattaessa.

Koordinaatisto ja signalointi



Järjestelmällinen kuvaaminen edellyttää, että kuvaus suunnitellaan ja se kyetään toteuttamaan mahdollisimman tarkasti (**täsmäkuvaus**). Navigointi perustuu satelliittipaikannukseen (**GPS**). Samoja paikannushavainnoja voidaan käyttää myös kameran kuvanottoaikojen likiarvoina ilmakolmioinnissa. Projektiokeskusten koordinaatit ratkaistaan GPS-havainnoista maailmanlaajuisessa WGS84-koordinaattijärjestelmässä. Muunnos paikalliseen karttakoordinaatistoon mitataan kuvauksen yhteydessä.



Kartan tulee muodostua saumattomaksi kokonaisuudeksi yhdessä ja samassa koordinaatistossa. Koordinaatisto on merkitty maastoon runkopisteinä, joihin koko ilmakuvablokki sidotaan (**tasolähtöpisteet, korkeuslähtöpisteet**). Kartoitusalue tulee rajata niin, että kaikki stereomallit sijaitsevat lähtöpisteverkon sisällä. Tämän lisäksi kaikki stereomallit sidotaan toisiinsa ja lähtöpisteiden kautta koko kartoitusalueen koordinaatistoon omilla tukipisteillään (**mallien liitospisteet**). Kaikki lähtöpisteet näkyvöitetään ennen kuvaamista (**signalointi**). Liitospisteinä voidaan käyttää myös luonnollisia pisteitä, jotka valitaan kuvilta kuvauksen jälkeen.



Maapistelava. Peruskartoituksessa lähtöpisteiden näkyvöittämiseen käytetään pärelavoja. Signaalin tulee näkyä kuvalla, joka otetaan 4.500 metrin korkeudesta. Signaali keskistetään maassa olevan kolmiopisteen tasosijainnin suhteen. Jos samaa signaalia käytetään myös korkeuslähtöpisteinä, sen korkeus maanpintaan on mitattava ja tämä on otettava huomioon kuvia orientoitaessa. (Kuva: *Ossi Jokinen, Padasjoki, 27.4.1979*).



Signaalin tulee olla muodoltaan symmetrinen ja sen kontrastin tulee olla hyvä, jotta se näkyisi kuvalla. Tämä signaali on keskistetty niin taso- kuin korkeussijaintinsa suhteen.



Rajasignaali. Ennen kuvausta signaloidaan kaikki maastonkohteet, joiden koordinaatit halutaan rekisteröidä tarkasti. Tässä on kyse kiinteistörajan näkyvöittämisestä ja signalointi on tehty maanmittauslaitoksen pohjakartoituksen 1 : 5.000 yhteydessä. Kontrastia on lisätty kuusenhavuilla. (Kuva: *Ossi Jokinen*, Kuhmoinen, Koivumäki).

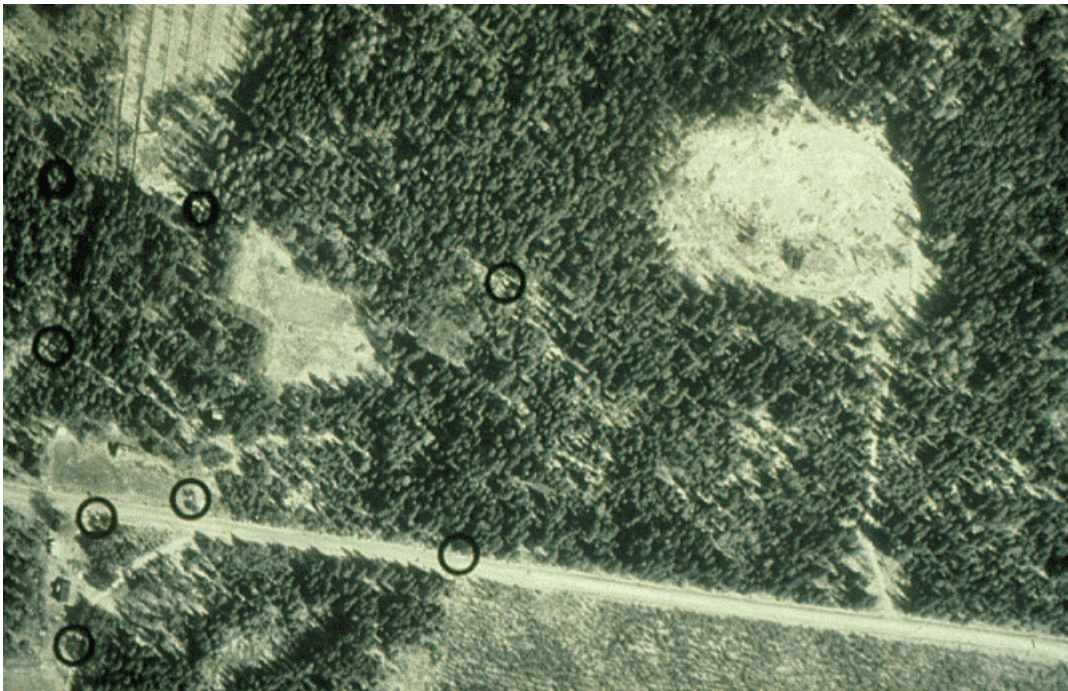


T-signaali. Ristisignaali voidaan keskittää myös näin. Oleellista on se, että signaalin avulla kartoitettava piste sijaitseen ristin sakaroiden tai niiden jatkeiden leikkauspisteessä. Signalointi tehdään epäsymmetrisesti, jos se symmetrisenä jäisi osittain esimerkiksi rakennuksen katveeseen tai jos symmetrisen signaalin rakentaminen maaston olosuhteiden vuoksi on hankalaa. Joissain tapauksissa signaali on korvattava kokonaan varasignaalein. Varasignaaleja tulee olla vähintään kaksi ja ne rakennetaan varsinaisen mittauspisteen lähelle niin, että ne näkyvät kuville. Varasignaaleista mitataan etäisyydet (**sidemitat**) kartoitettavalle pisteelle. (Kuva: *Ossi Jokinen*).



Signalointikartta, Humppila. Kaikki signalointitiedot merkitään kartalle. Muuten niitä ei voi käyttää kartoitukseen. Tärkeitä muistiin merkittyjä tietoja ovat tiedot signaalien epäkeskisyydestä,

korkeusmitoista, varasignaaleista ja niiden sidemitoista. Signaalointikartalle merkitään myös ne signaloitavat kohteet, joita ei ole maastossa onnistuttu löytämään. (Kuva: *Ossi Jokinen*).



Identifiointi. Kuvauksen jälkeen signaalit identifioidaan ja merkitään joko pinnakkaiskopioidille tai suurennoksille. (Kuva: *Ossi Jokinen*).

Kuvaajat

- Kuvauksia kartoituskameroilla
 - [Maanmittauslaitos](http://www.maanmittauslaitos.fi) (<http://www.maanmittauslaitos.fi>)
 - Maanmittauslaitos tekee ilmakuvauksia keväisin ja alkukesästä sekä omaa kartoitusta varten että tilauksesta, mm.
 - 1 : 16 000 -mittakaavaisia mustavalkoilmakuvauksia kunnittain,
 - 1 : 31 000 -mittakaavaisia mustavalkokuvauksia peruskarttalehdittäin, ja
 - 1 : 31 000 -mittakaavaisia väri-infrakuvauksia, lähinnä Pohjois-Suomessa.
 - Maanmittauslaitos kuvaa vuosittain noin 15% Suomen pinta-alasta. Vuosittainen kuvausmäärä vaihtelee 10.000 - 13.000 kuvan välillä. Tällä hetkellä pääosa maanmittauslaitoksen kuvauksista tehdään maastotietokannan päivitystarpeisiin ja pohjakartan tuotantoon. Esimerkiksi vuonna 1995 otetuista 13.000 ilmakuvasta lähes 12.000 kuvaa oli joko mittakaavaan 1 : 16 000 tai 1 : 31 000 kuvattuja maastotietokuvauksia.
 - Ilmakuvausindeksit 1995-2003
<http://www.maanmittauslaitos.fi/Default.asp?id=47&docid=323>
 - Kaikki kuvat digitoidaan Ilmakuvakeskuksessa kuvausta seuraavaan kevääseen mennessä ja niistä muodostetaan digitaaliset stereomallit ja ortokuvat.
 - Kuvauskamera: Wild Leica RC 20, laajakulmaobjektiivillä (f = 150 mm, f:4) tai välikulmaobjektiivillä (f = 210 mm, f:4).

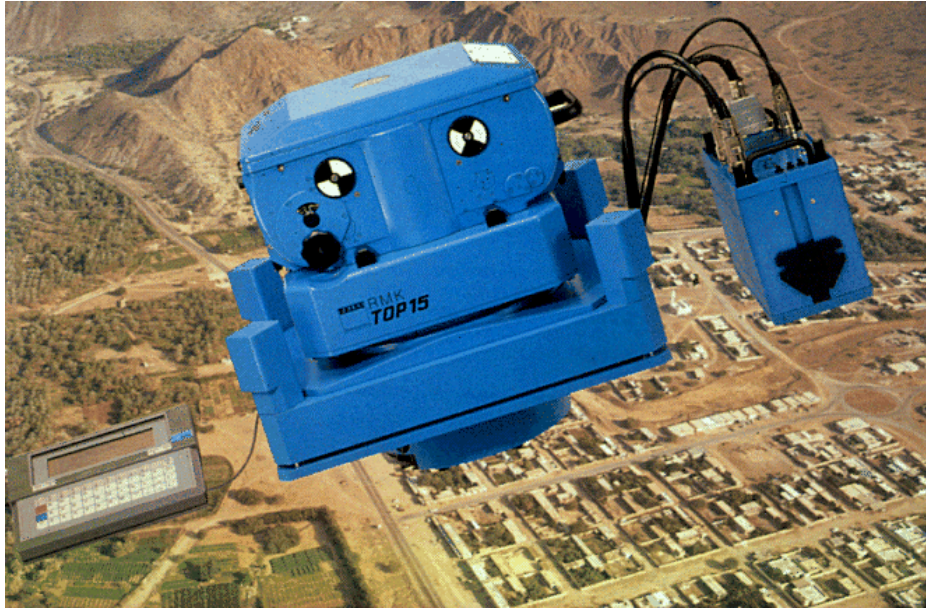


Maanmittauslaitoksen **kuvauskone**: Rockwell Turbo Commander 690A.

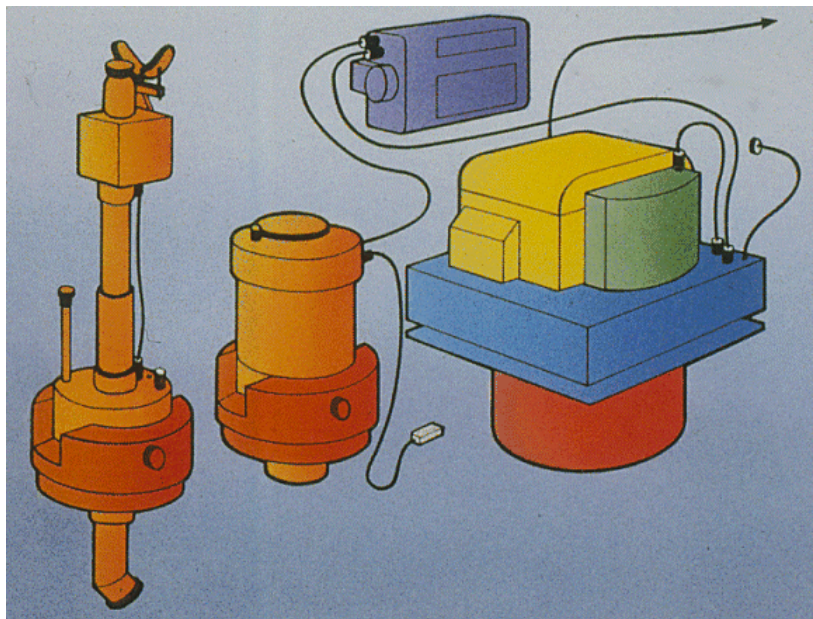
- Muut kuvausindeksit
 - [Orto-CD](http://www.maanmittauslaitos.fi/Default.asp?id=125&docid=66) (<http://www.maanmittauslaitos.fi/Default.asp?id=125&docid=66>)
 - [Maastotietojärjestelmän \(MTJ\) ortokuvat](http://www.maanmittauslaitos.fi/Default.asp?id=125&docid=71) (<http://www.maanmittauslaitos.fi/Default.asp?id=125&docid=71>)
- Puolustusvoimien Topografikunta (<http://www.mil.fi/laitokset/topk/index.dsp>)
 - <http://www.mil.fi/laitokset/topk/tehtavat.dsp>
 - Topografikunta kuvaa vuosittain mustavalkofilmille korkeakuvauksena koko valtakunnan aluetta siten, että kuvaukset uusitaan seutukunnasta riippuen 3-5 vuoden välein. ([Kuvaustilanne 1.9.1998](#))
 - kuvauskorkeus on 9 200 m ja kuvausmittakaava 1 : 60 000 (c = 15 cm).
 - Lisäksi Topografikunta on aiemmin kuvannut Lapissa alueita väri-infracfilmille mittakaavassa 1 : 31 000.
 - Osallistuu [Open Skies](#) -toimintaan toimien mm. Suomen Open Skies laboratoriona.
 - Topografikunta myy tilauksesta kopioita ilmakuvistaan mm. suurennoksina 1 : 4 200 mittakaavaan asti. Aineisto voidaan toimittaa myös digitaalisena. Vanhimmat saatavilla olevat kuvat ovat 1930-luvulta.
- [FM-kartta Oy](#)
 - [Esimerkkejä projekteista](#)
- [FM-International Oy FINNMAP](#)
- [Konekorhonen Oy](#)
 - Konekorhonen Oy kuvaa pääasiassa suurimittakaavaisia ilmakuvia yhdyskuntasuunnittelun ja metsätalouden käyttöön.
 - kuvauskamerana on Zeiss RMK A 15/23
 - kuvat diapositiiveina tai pinnakkaisvedoksina 23 x 23 cm, kuvasuurennoksina mittakaavaan 1 : 2 000 - 1 : 50 000
- Ruotsin maanmittauslaitos
 - <http://www.lantmateriet.se/cms/niva2index.asp?produktgrupp=5A>
- Kartoituskuvauksia digitaalikameroilla
 - GIS Air Oy Ltd <http://www.gisair.fi/>
 - StoraEnso
 - EnsoMOSAIC Aerial Digital Imaging
 - http://www.storaenso.com/CDAvgn/main/0,,1_-1362-2381-,00.html
- Tieliikelaitos (http://www.tieliikelaitos.fi/9_4_paikkatieto.asp)
 - videoilmakuvaus (<http://www.tieliikelaitos.fi/uutiskeskus/esitteet/Videoilmakuvaus.pdf>)
 - laserkeilaus (<http://www.tieliikelaitos.fi/uutiskeskus/esitteet/Laserkeilaus.pdf>)
- Maisema- ja inventointikuvauksia
 - [Lentokuva Vallas Oy](#)
 - Ks. myös [Diabox](#)

Ilmakuvakamerat

Tällä hetkellä Euroopassa on kaksi varteenotettavaa kameravalmistajaa, sveitsiläinen Leica (aiemmin Wild) ja saksalainen Zeiss.



Ilmakuvakamera Zeiss RMK TOP. Oikealla kameran ohjausyksikkö T-CU ja vasemmalla käytönojain T-TL.

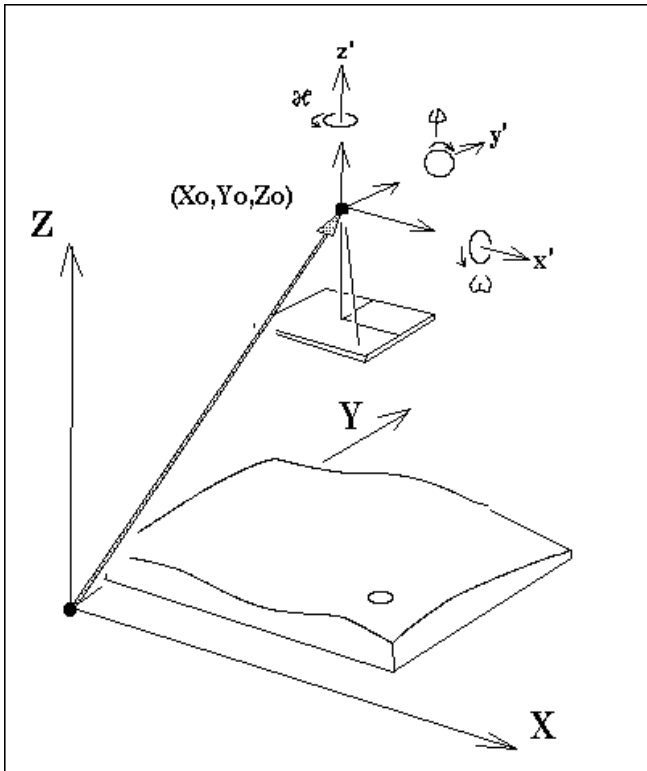


Ilmakuvakameran Zeiss LMK 2000 osia. Vasemmalta navigointikaukoputki, kuvaliikkeen ohjausyksikkö, keskusyksikön terminaali, sekä kamera.

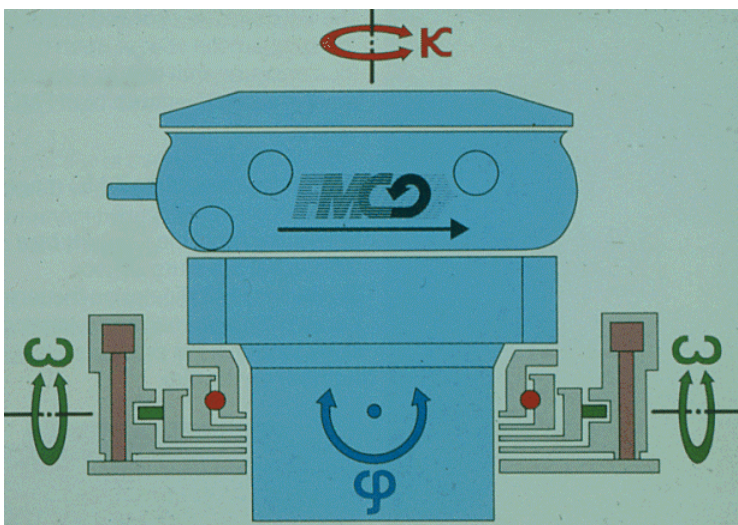
Zeissin LMK 2000 kamerajärjestelmä koostuu seuraavista perusyksiköistä, (Hakkarainen, 1992):

- Objektiivikartioita LC 2000 on neljälle polttovälille. Kussakin on kiinteä fokusointi, kuvaportti, suljinkoneisto, lisätietojen rekisteröintilaitteet ja valotusmittari.
- Käyttöyksikössä DU 2000 on kaksi erillistä osaa kasetti molemmin puoli. Yksikössä on filmin siirtomoottori, tyhjiöpumpun moottori ja näiden vaatimia ohjauslaskimia.
- Filmikasetissa MA 2000 on veto- ja varastopuola, imu- ja painolevy, filmin siirtomekanismi ja kuvaliikkeen kompensoinnin laitteet.
- Stabiloidulla jalustalla SM 2000 kamera kiinnitetään lentokoneeseen. Jalusta on kolmen koordinaattiakselin suhteen gyrostabiloitu. Eri objektiivikartioita varten on omat adapterirenkaat.

- Kuvaliikkeen ohjausyksikköä CU 2000, jossa on elektro-optinen etsinjärjestelmä kameran suuntaamiseksi, maa- ja kuvaliikkeen määrittämiseksi, peiton määrittämiseksi ja komponentit kuvaliikkeen kompensoinnin ohjaamiseksi.
- Navigointi- ja ohjausyksikköä NCU 2000, jossa on etsinkaukoputki visuaalista navigointia varten, voidaan käyttää vaihtoehtoisesti kuvaliikkeen ohjausyksikön kanssa. Kummassakin on sama jalustaosa.
- Keskusyksikkö CM 2000 sisältää päätietokoneen, joka on kameran toiminnallinen keskusyksikkö. Keskusyksikön terminaalin kautta syötetään kameralle kaikki kuvauslennon ohjaustiedot ja kuvan laitaan tulostettavat lisätiedot.



Ulkoisen orientointi. Kameran ulkoisen orientoinnin muuttujat ovat kameran kuvaushetkinen sijainti (X , Y ja Z) sekä kierrot koordinaattiakselien ympäri (**kappa**, **phi** ja **omega**). Sen lisäksi, että kuvausta ohjataan satelliittipaikannusta käyttäen, kameran projektiokeskuksen koordinaatit rekisteöiään kuvaushetkellä. Jälkikäsiteltyinä koordinaattien epätarkkuus on alle 10 cm. Kameran jalusta stabiloidaan niin, että kallistukset ovat keskimäärin alle 0.5 astetta

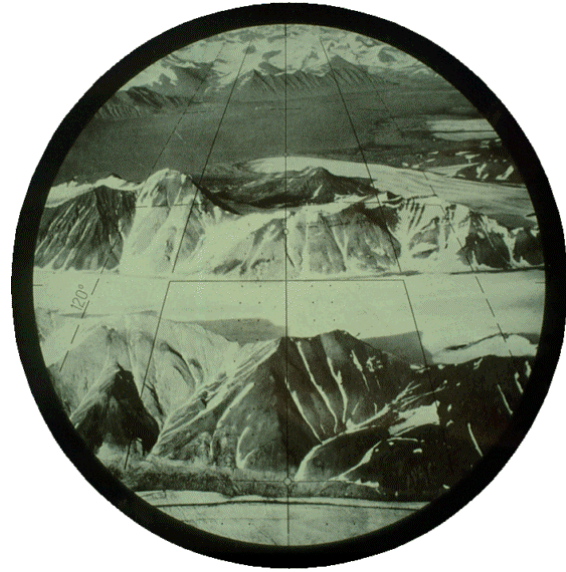


Stabiloitu jalusta T-AS ja kuvaliikkeen kompensointi Zeiss RMK TOP kamerassa. Kameran kuvaliikkeitä ovat poikittaiset kulmaliikkeet ja pitkittäinen kuvaliike. Näiden vaikutus kuvaan pyritään poistamaan uusimmissa ilmakuvakameroissa automaattisesti. Kulmaliikkeitä aiheuttavat lentokoneen moottori ja lentokoneen heilahtelut. Lisäksi lentokone sortaa lentosuuntaansa nähden lähes aina jonkun asteen tuulen painamana. Moottorin vibraatioita vaimennetaan kameran jalustan jousituksella ja heilahteluita gyrolaitteisiin perustuvalla

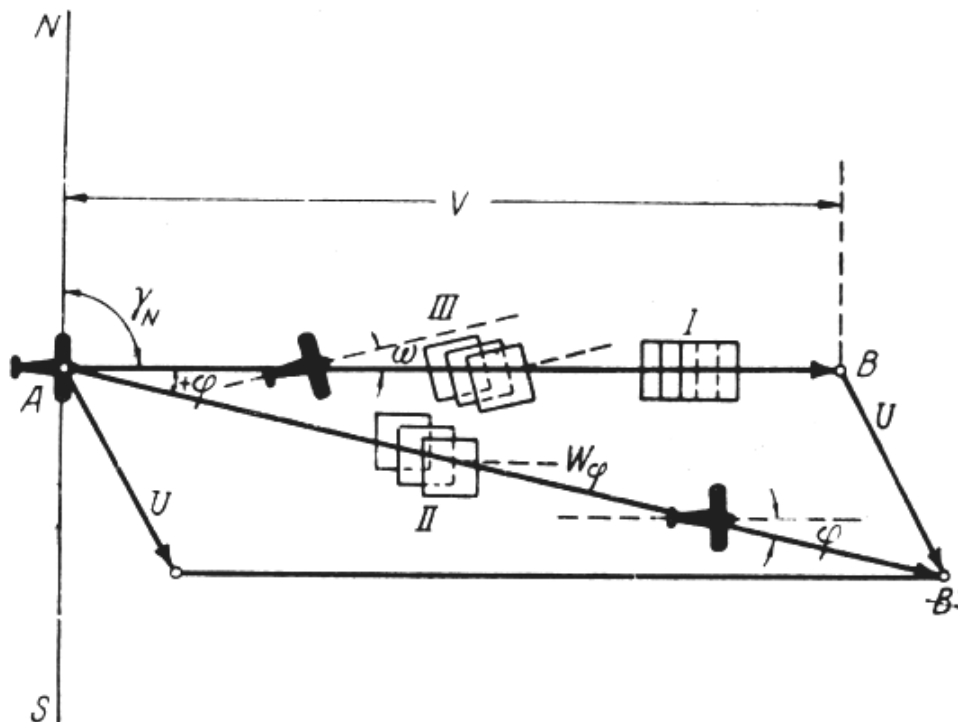
stabilointijärjestelmällä. Pitkittäinen kuvaliike määritetään kameran kuvatassolla näkyvän maaliikkeen mukaan ja filmiä siirretään valituksen aikana vastaavasti. Maaliike mitataan elektrooppisin sensorein. Samalla sensorilla mitataan myös lentokoneen sortuma, jonka mukaan kameraa kierretään siten, että kuvasivu on aina lennon suuntainen.



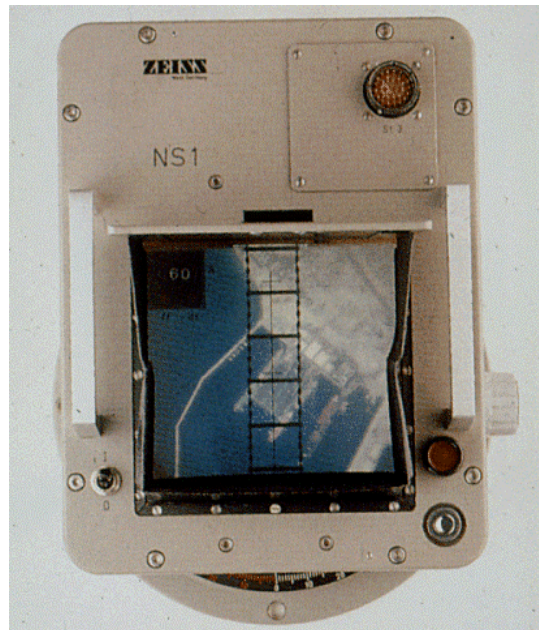
Ilmakuvausta Wild RC 10 -kameralla. Kuvaussuunnitelma ja -kartta on kameran käyttäjän polvella. Kuvaaja tarkastaa tähtäinkaukoputkellaan kuvausalueen rajat jonon suunnassa ja aloittaa kuvauksen siten, että ensimmäinen kuva otetaan kokonaisuudessaan kartoitusalueen ulkopuolelta. Tämän jälkeen kameran laukaisuväli määräytyy maaliikkeen ja suunnitellun pituuspeittoprosentin mukaan.



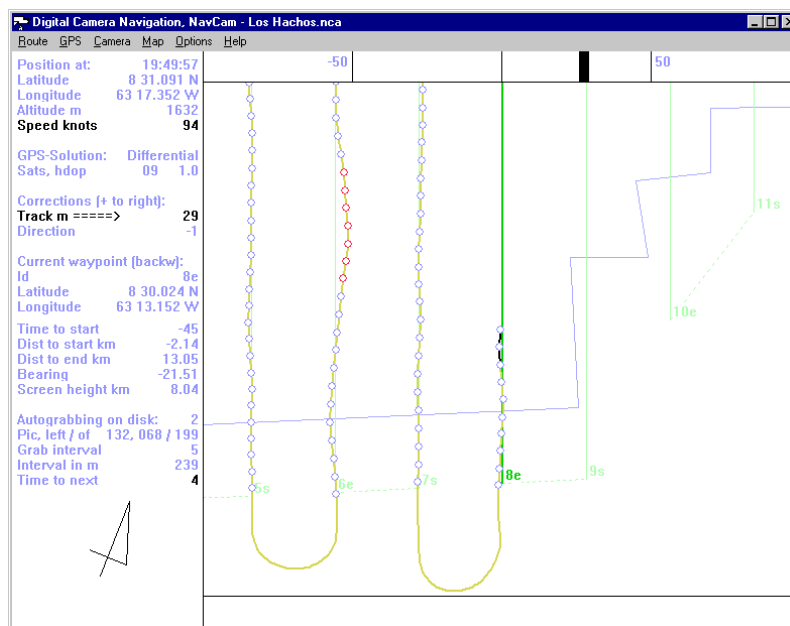
Tähtäinkaukoputki (Zeiss). Tähtäinkaukoputkesta kuvaaja näkee par'aikaa kuvattavan kuvausjonon, naapurijonojen peittoalueet sekä sen maastonkohdan, joka on jonolla suoraan koneen alapuolella. Tämä ja seuraava mahdollinen kuvanottopaikka on merkitty jonolle ympyröillä.



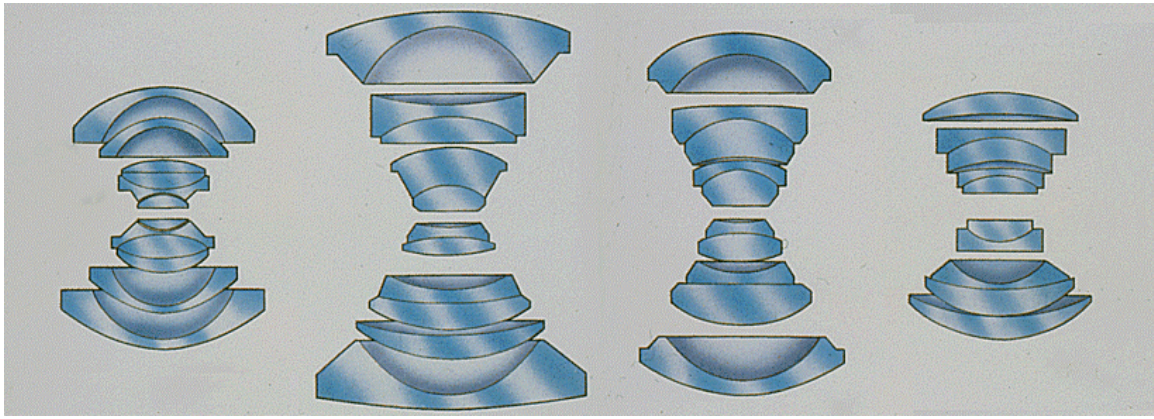
Sortuma. Lentokone sortuu suunnastaan tuulen vuoksi. Jotta kone pysyisi suunnitellulla kuvausjonolla, konetta on ohjattava tuulta vasten ja kameraa kierrettävä jalustassa saman verran vastakkaiseen suuntaan. Tällä korjauksella varmistetaan se, että kuvasivut pysyvät jonon suunnassa.



Navigointilaitte ja peittosäädin (Zeiss NS 1). Navigointilaitetta käytetään visuaalisena peittosäätimenä ja sortuman korjaamiseen. Maaliike mitataan visuaalisesti lentosuunnassa liikkuvan ketjun avulla.

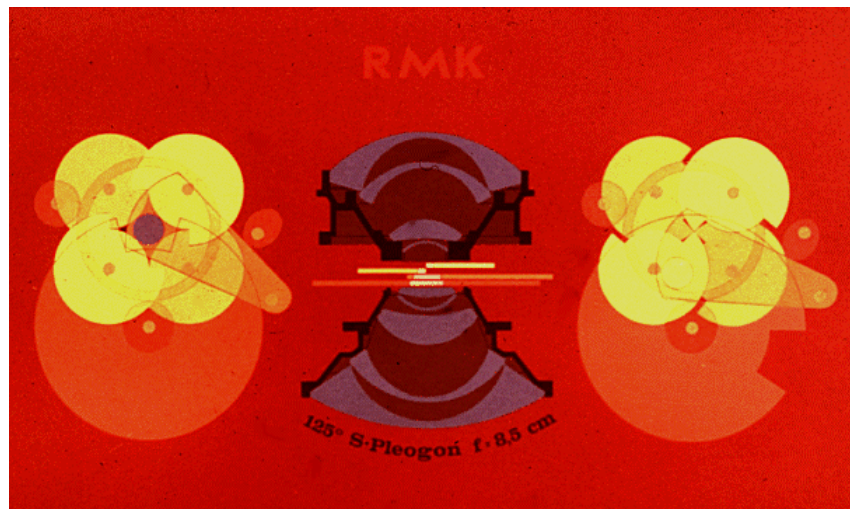


GPS-tuettu navigointijärjestelmä. Kuvauslennon suunnittelutietoja käytetään sekä kuvauslennon että kuvauskameran tarkkaan ohjaamiseen. Kone navigoidaan satelliittipaikannuksen avulla kuvausjonolle ja pidetään sillä tämän näytön avulla. Yläreunan musta palkki havainnollistaa sen, mihin suuntaan koneen ohjaimia on käännettävä ja kuinka paljon, jotta kone pysyisi suunnitellulla jonollaan. Myös kameras toimintaa ohjataan satelliittipaikannuksen tiedoin ja kuvaussuunnitelma voidaan toteuttaa tarkasti. Koordinaatteihin perustuva kuvauksen erityisenä etuna on se, että yksittäisen kuvan ottamisen jonolla voi välttää vaikkapa alueella havaitun pilven vuoksi ja palata ottamaan tämä kuva saman lennon myöhemmässä vaiheessa. (Holm, 1998)

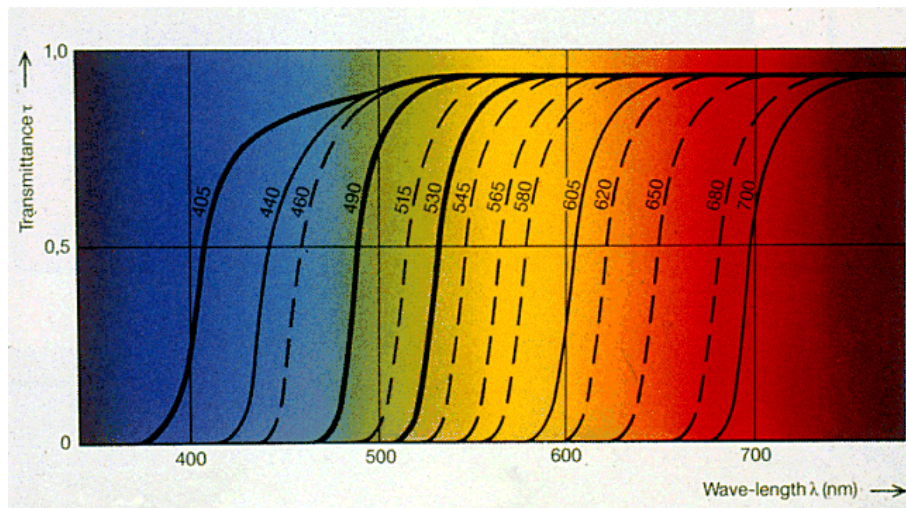


Ilmakuvakameran Zeiss LMK 2000 objektiivit: LC 2009, LC 2015, LC 2021 ja LC 2030 objektiivit. Objektiivikartioissa on standardina kiertolevysulkimet, jotka on vaihdettavissa ilman, että kameran sisäistä orientointia muutetaan. Valotusaikaa voidaan säätää rajoissa 1/60 - 1/1000 s.

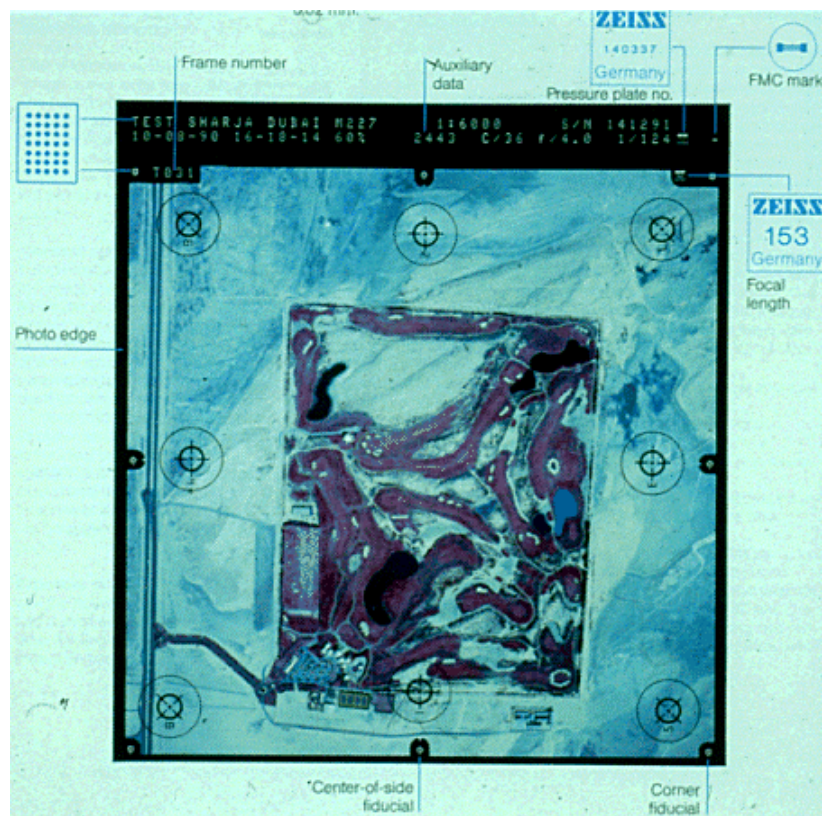
Objektiivi	aukko	polttoväli (mm)	kuvakulma (astetta)	max. kaartuma (0.001 mm)	linssien lukumäärä
LMK 2009 Super Lamegon PI 5.6/90C	5.6	89	123	5	12
LMK 2015 Lamegon PI 4/150D	4	152	94	2	11
LMK 2012 Lamegoron PI 5.6/210A	5.6	210	76	2	10
LMK 2030 Lamegor PI 5.6/300B	5.6	305	56	2	10



Kiertolevysuljin.



LMK 2000 ilmakuvaamisen suotimet. Jokaisen objektiivikartion mukana on standardivaruksena suotimet 405 nm (auer), 490 nm (kelta) ja 530 nm (oranssi).



- Zeiss RMK TOP kamerajärjestelmän kuvalle tulostamia tietoja:
 - lennon numero, jonon numero,
 - kuvan mittakaava,
 - peitto,
 - kameravakio,
 - pvm ja kellonaika,
 - suodin, aukko, valotusaika,
 - filmi,
 - maa- ja kuvaliikkeen nopeus,
 - kuvan numero

Kirjallisuutta

- Hakkarainen; Juhani, Tärkeimmät nykyaikaiset ilmakuvakamerat, Maanmittaus, nro 1/1992, s. 41-73
 - ["Suositukset Suomessa tehtävälle mittaus- ja kartoitusilmakuvaukselle"](#), Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen seura (FKS), julkaisu 1/1995
URL: http://foto.hut.fi/seura/julkaisut/erillisjulkaisu1_1995/teksti.html
 - [Ehdotus uusiksi kaavoitusmittausohjeiksi](#), Maanmittauslaitos, 1995
-

Lisätarpeet luennolla:

- Video
 - Leica ASCOT Aerial Survey Control Tool
 - GPS-supported flight navigation system
 - interactive flight planning
 - guidance during approach and turns
 - accurate line navigation
 - automatic camera release
 - photographs taken at the right spot
 - flexible data annotation
 - storage of mission data
 - Leica PAV30 Gyro-Stabilized Camera Mount
 - automatic vertical photography
 - high image quality
 - less stress for flight crew
 - efficient survey flights
 - extended flying hours
 - Ilmakuvafilmi ja -puola, valokuvauslaboratoriosta
 - Ilmakuvapari "Helsinki, rautatien tontti", FIM 8007, 2-3, sekä pinnakkaiset että diapositiivit
-

Maa-57.300 [Fotogrammetrian perusteet](#)

[Luento-ohjelma](#) [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#) [10](#) [11](#) [12](#) [13](#)
