

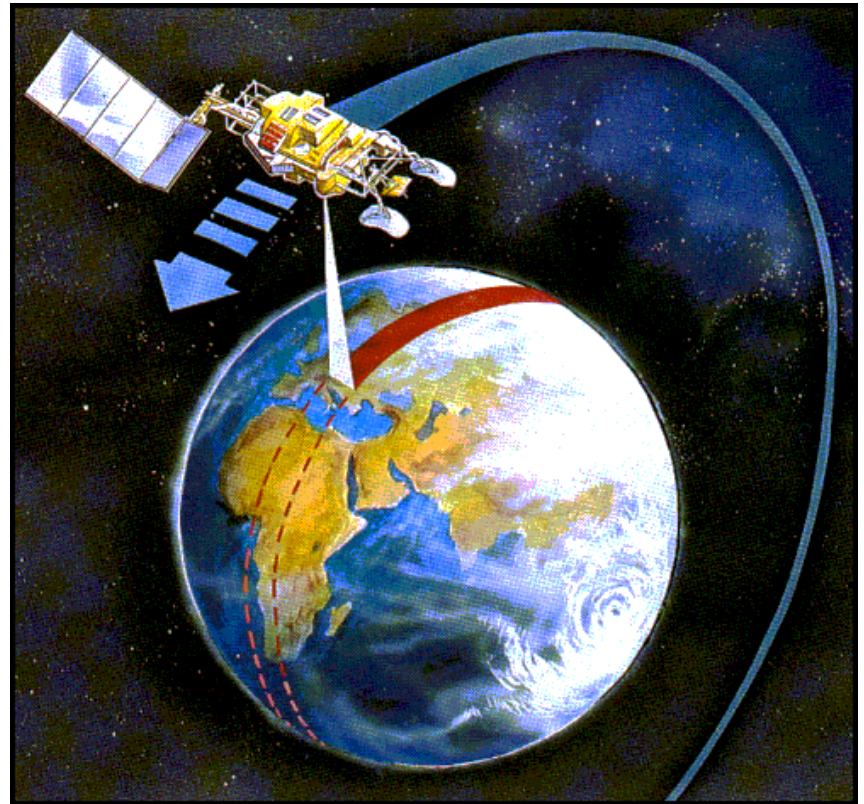
KAUKOKARTOITUKSEN PERUSTEITA

Pasi Laurila

Lapin AMK 2.9.2015

Mitä on kaukokartoitus?

- Kaukokartoituksessa kerätään tietoja kohteesta sitä koskematta
- Kerätyt tiedot tallennetaan yleensä kuvana
- Kohde mitataan ja tulkitaan kuvalta
- Kohteesta tehdään maasto- ja teemakarttoja ja ympäristöä kuvaavia malleja

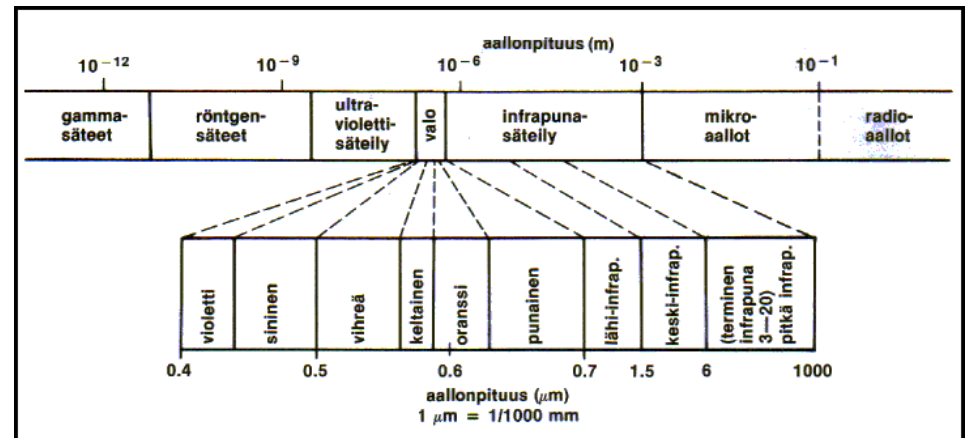


Sähkömagneettisen säteilyn spektri

Kaukokartoituksessa käytettävät spektrin alueet:

- Optinen säteily (0.3 μm - 4 μm)
 - Ultravioletti
 - Näkyvä valo
 - Lähi-infrapuna
 - Keski-infrapuna
- Terminen säteily eli lämpöinfra-punasäteily (4 μm – 100 μm)
- Mikroaaltosäteily (1 mm – 1 m)

Kaukokartoituksessa tiedot kohteesta saadaan sähkömagneettisen säteilyn perusteella



Optinen säteily on pääosin kohteesta heijastunutta Auringon valoa.

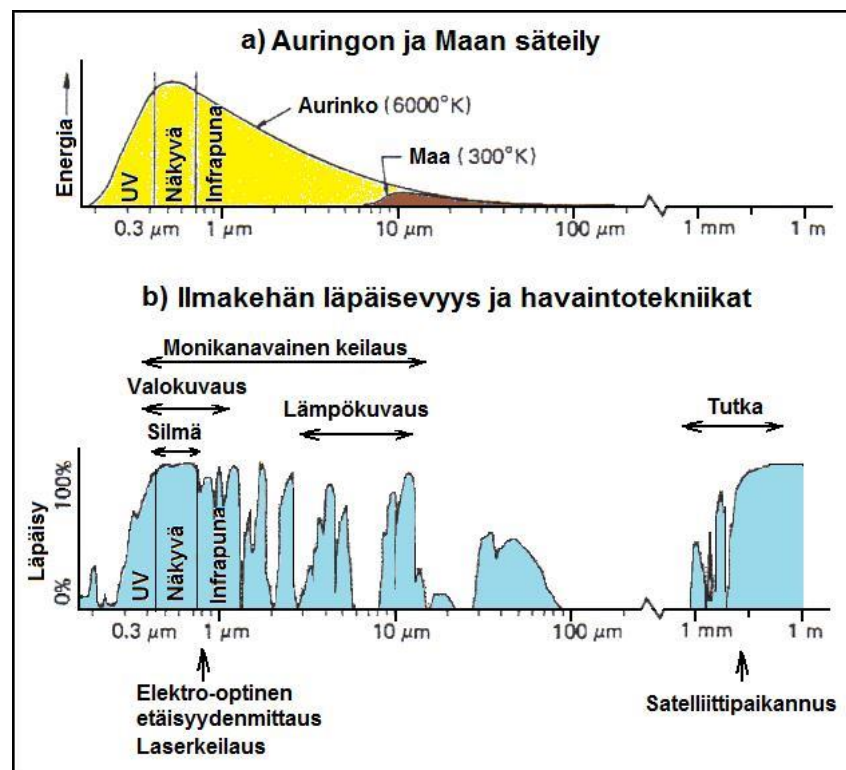
Terminen säteily on kohteen emittoimaa säteilyä: lämpötila.

Mikroaaltosäteily on kohteesta heijastuneen keinotekoisen tutkasignaalin säteilyä.

Erottelu: aktiivinen ja passiivinen kaukokartoitus

Absorptio ja ilmakehän ikkunat

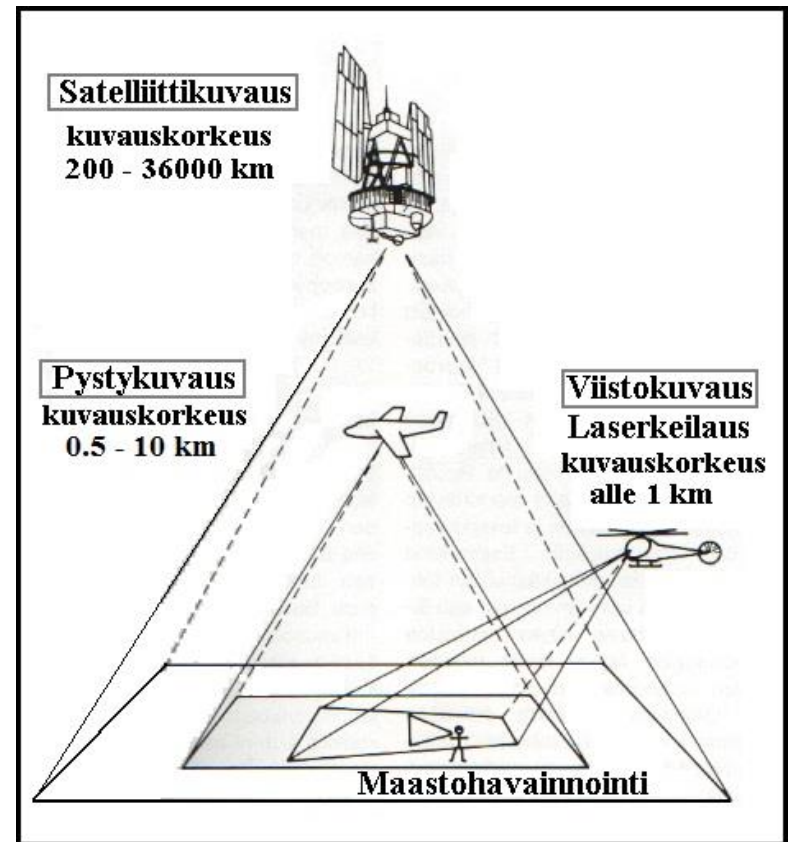
- Absorptio kuvaa aineen kykyä "imeä" sähkömagneettista energiaa
- Absorptio johtuu ilmakehän atomeista ja molekyyleistä
- Osa absorboidusta energiasta muuttuu lämmöksi ja osa emittoituu takaisin toisella aallonpituudella
- Absorptio on valikoivaa: tietyt aallonpituudet läpäisevät ilmakehän hyvin, toiset taas absorboituvat kokonaan



**Absorptio luo ilmakehän
havaintoikkunat, joita hyödynnetään
mittauksissa**

Kuvaukset ilmasta

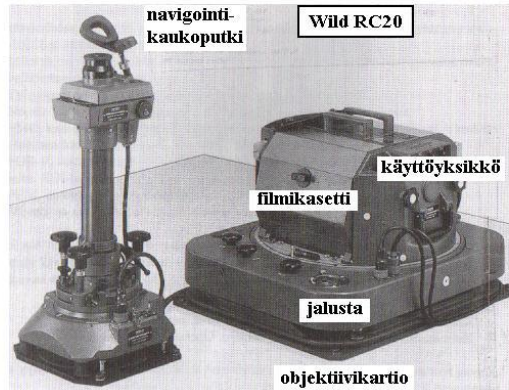
- Havaintolaite sijoitetaan jollekin lentävälle kuvausalustalle
- Perinteisesti satelliitti, lentokone ja helikopteri
- Viime vuosina miehittämättömät, kevyet lentolaitteet (UAV, UAS, RPAS) ovat alkaneet yleistyä mittauskäytössä
 - UAV = Unmanned Aerial Vehicle
 - UAS = Unmanned Aerial System
 - RPAS = Remotely Piloted Aircraft System



Filmikamera ja matriisikamera

Filmikameran kuvan on neliö, mutta digitaalisen matriisikameran kuva on suorakaide

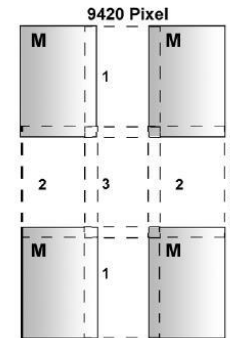
Filmikamera



$$s'_p = s'_q = 230 \text{ mm}$$

Digitaalinen matriisikamera

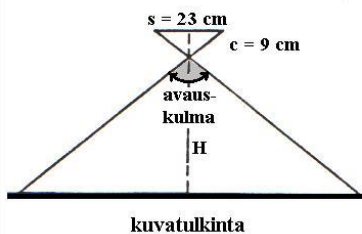
UltraCamX



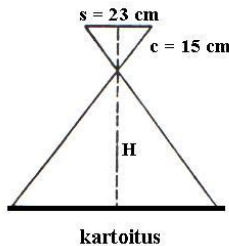
lentosuunta →

$$s'_p \neq s'_q$$

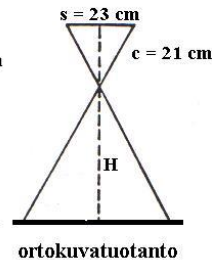
ylilaaajakulmakamera
tyyppikamera 9/23



laajakulmakamera
tyyppikamera 15/23



välilikulmakamera
tyyppikamera 21/23



Voxel/Microsoft UltraCam

	s'_q	s'_p	c	
UltraCamX	103.9 mm	67.8 mm	100 mm	pankromaattinen
UltraCamX	34.7 mm	23.9 mm	33 mm	monikanavainen
UltraCamEagle	104.1 mm	68.0 mm	80 mm	pankromaattinen
UltraCamEagle	34.7 mm	22.7 mm	27 mm	monikanavainen
UltraCamEagle	104.1 mm	68.0 mm	210 mm	pankromaattinen
UltraCamEagle	34.7 mm	22.7 mm	70 mm	monikanavainen

Tyyppikamerat 9/23, 15/23 ja 21/23

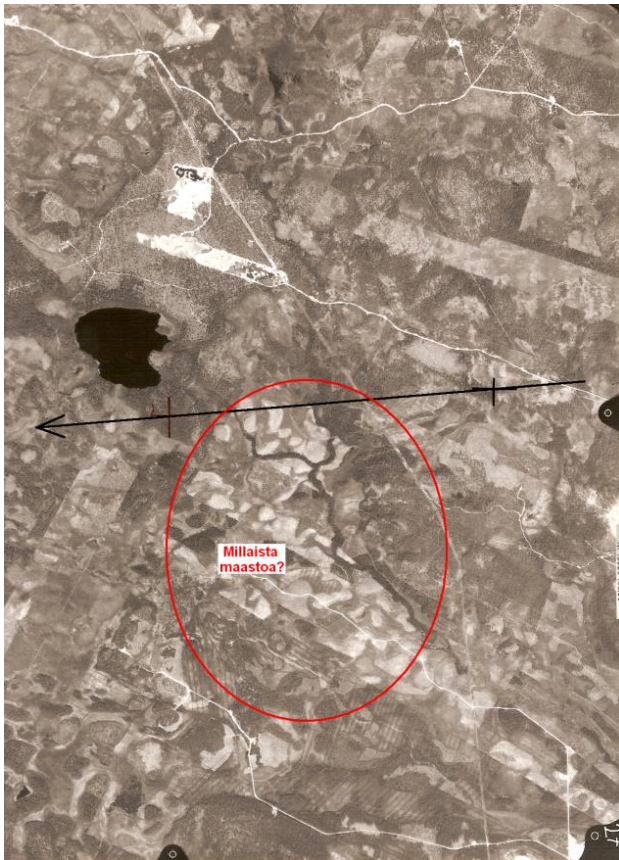
Intergraph myy jo yhdellä kuvaelementillä varustettua suuriformaattista kameraa

Digitaalisia tyyppikameroita ei ole
Kuvaussuunnitelma laaditaan
pankromaattiselle kuvalle

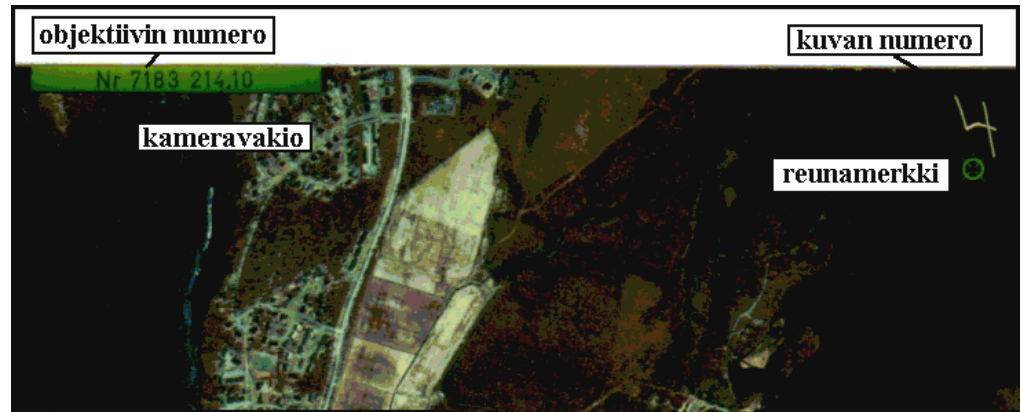
Erilaisia valokuvia

Valokuva = keskusprojektiio = perspektiivikuva

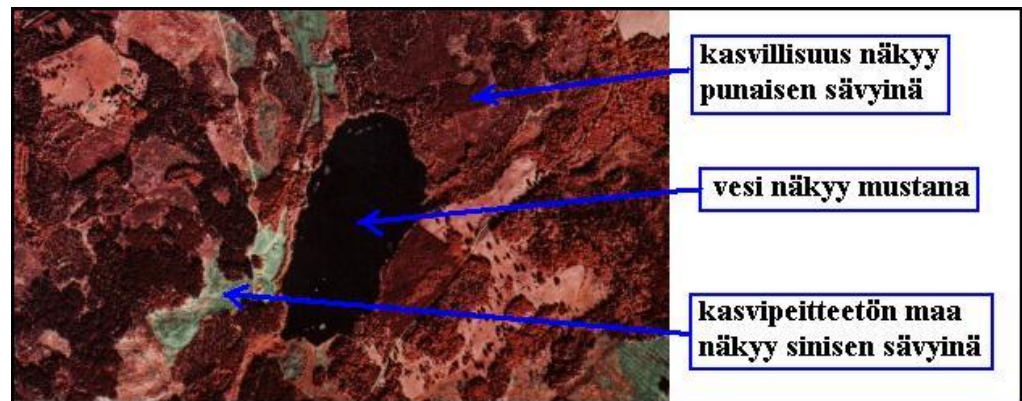
Mustavalkoinen eli
pankromaattinen kuva



Filmille tallennetun värikuvan reuna

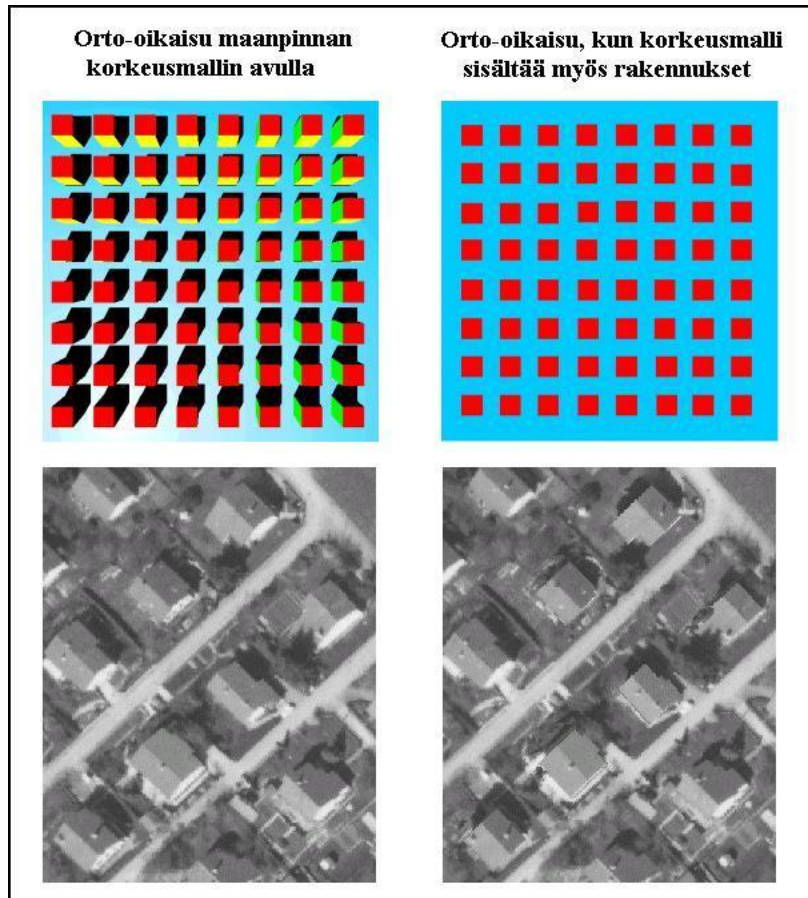


Väärävärikuvalle tallennetaan myös infrapunaista valoa

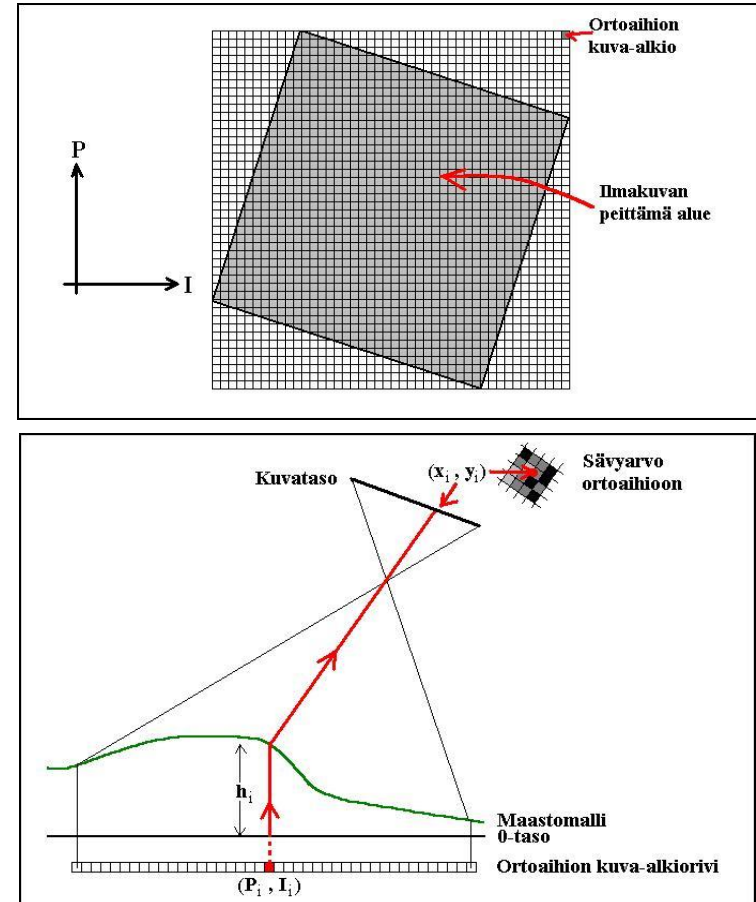


Ortokuva on karttaprojektioon oikaistu ilmakuva (ortogonaaliprojektio)

Ortokuvalla kohdetta katsotaan suoraan ylhäältä

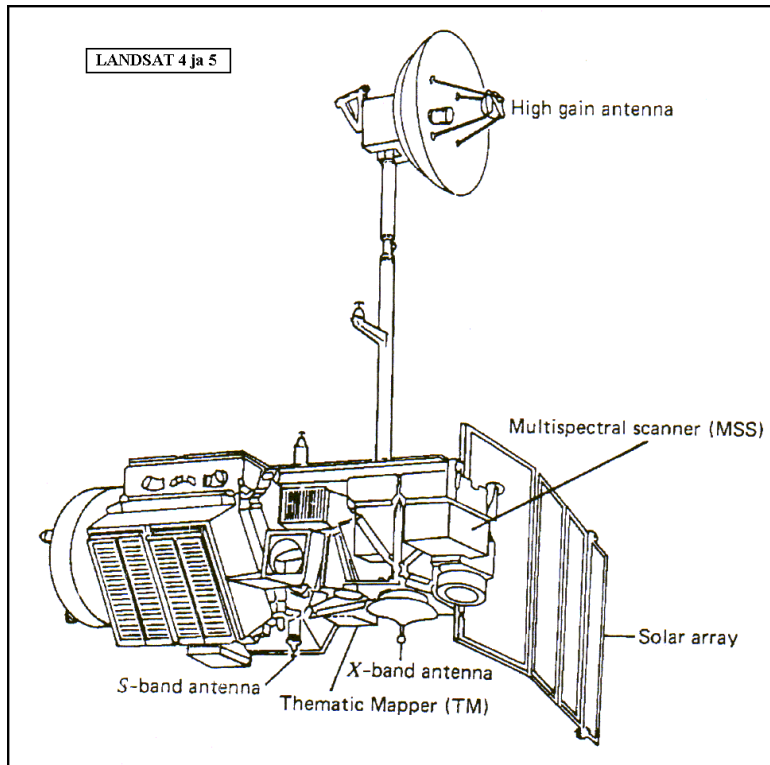


Ortokuva on helppo valmistaa orientoidusta digitaalisesta ilmakuvasta maastomallin avulla



Kaukokartoitussatelliittien havaintolaitteet ovat keilaimia ja tutkia

Amerikkalaiset Landsat-sarjan satelliitit
aloittivat satelliittikaukokartoituksen
aikakauden 1972

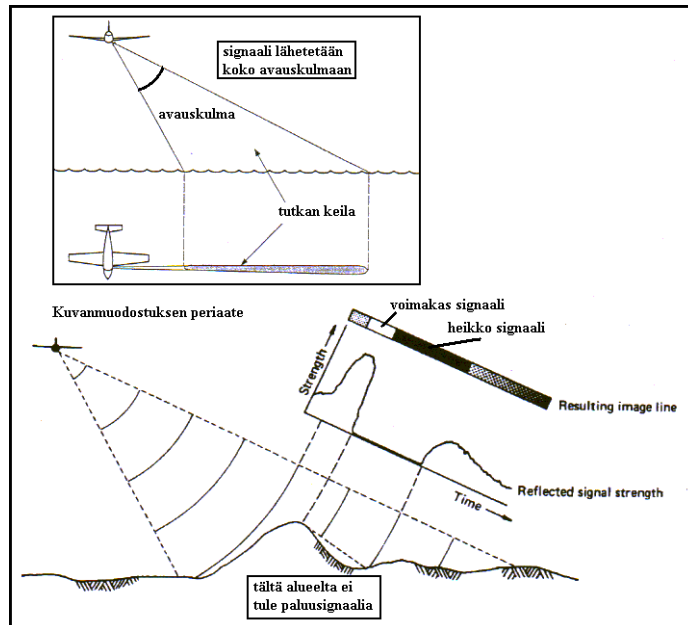


Lapin AMK:n Rantavitikan toimipiste
avaruudesta Digital Globen kuvassa

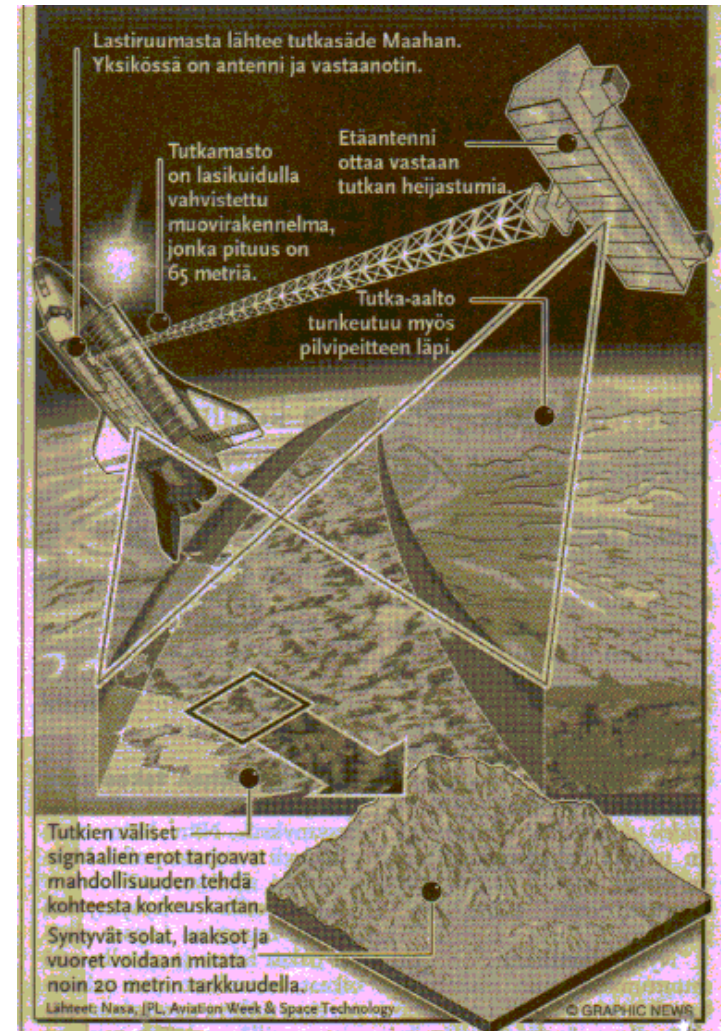


Tutka on mikroaaltoalueen aktiivinen havaintolaite

Sivukulmatutka

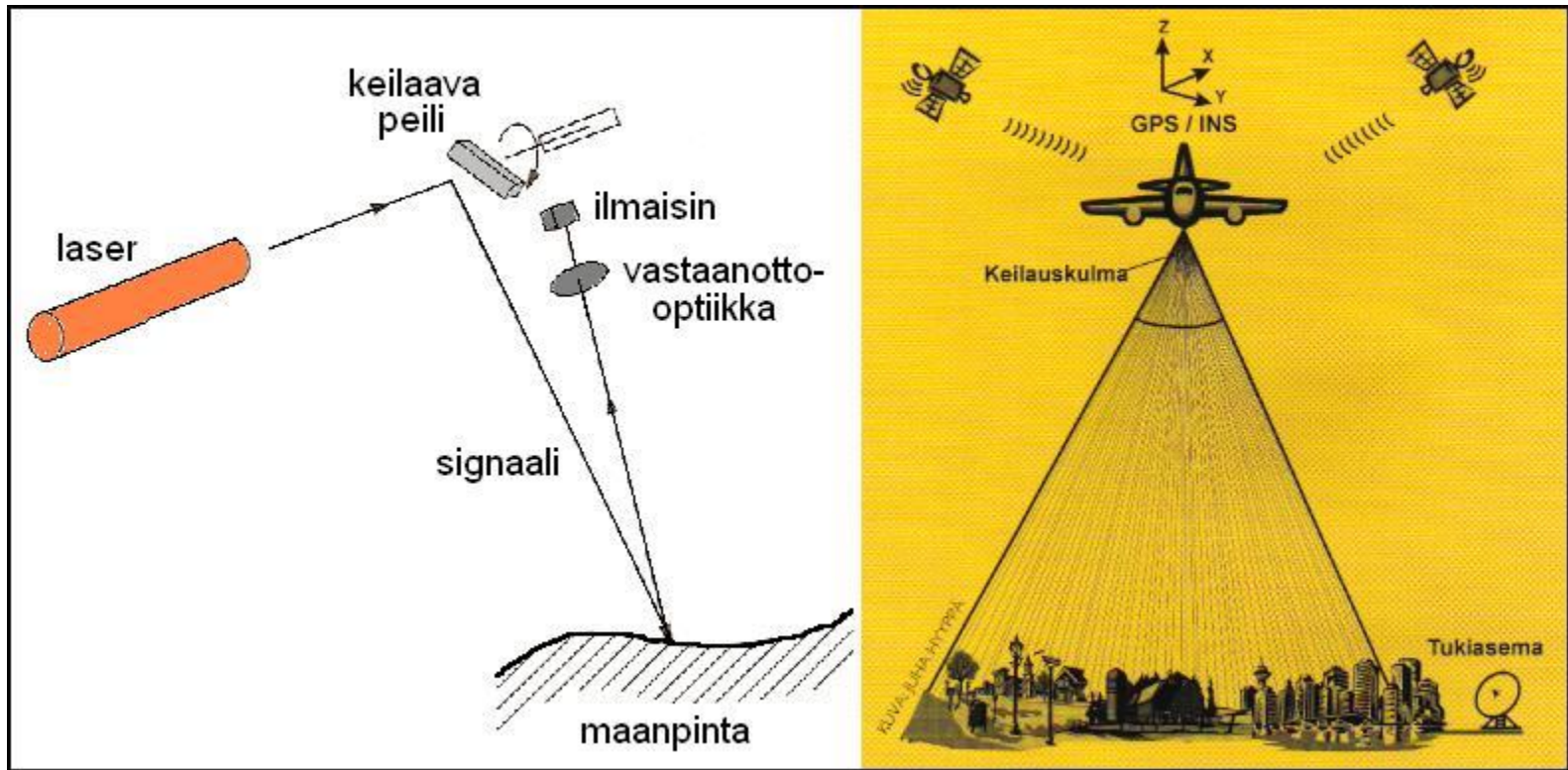


Sukkulan SAR-tutkia



Laserkeilain mittaa kohteen kolmiulotteisen mallin

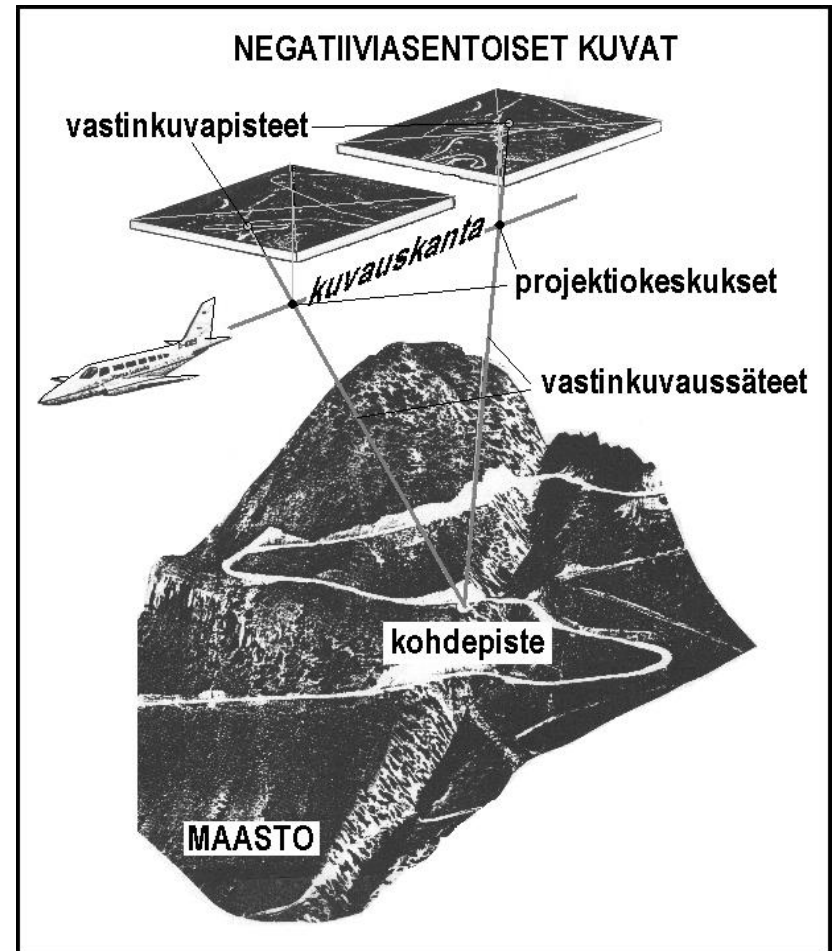
Laserkeilain on tavallaan optisen alueen tutka. Se mittaa kohteen koordinaatit ja muodostaa kohdetta kuvaavan pistepilven



Keilauksen yhteydessä kohde yleensä valokuvataan kohteiden tunnistamisen helpottamiseksi ja visualisointitarkoituksessa

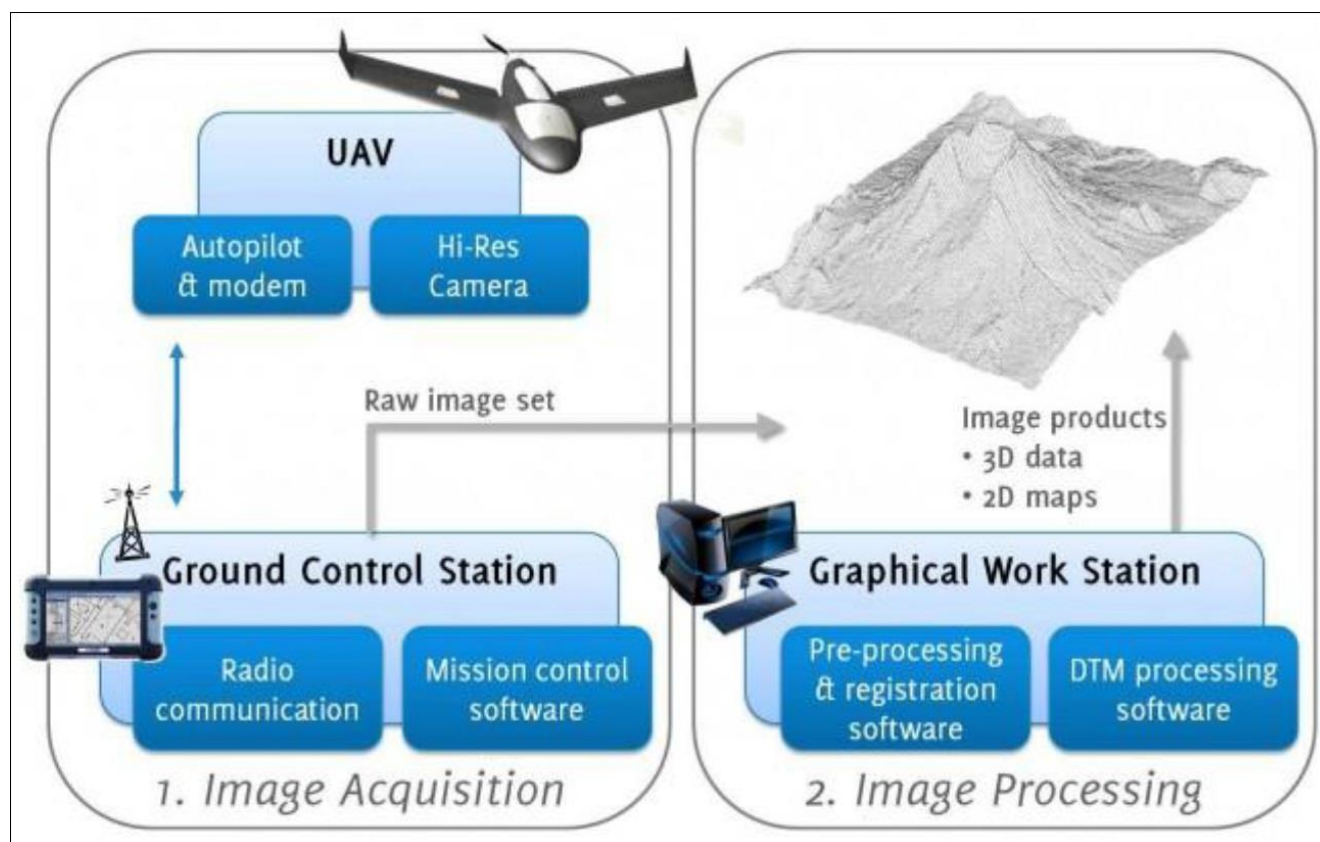
Fotogrammetrinen mittaus

- Kaukokartoituksessa on yleisesti kyse kuvamuotoisen tiedon keruusta ja analysoinnista
- Fotogrammetria tarkoittaa kohteen kolmiulotteista mittausta valokuvilta
- Valokuvaus on ensimmäisenä käytetty kaukokartoituksen kuvaustekniikka
- Fotogrammetrista mittausta sanotaan stereomittaukseksi
- Kohde mitataan kahdelta kuvalta → stereokuvapari



UAV-järjestelmät

UAV-järjestelmissä kuvaukset suoritetaan kevyiden, miehittämättömien ilmalusten avulla. Järjestelmät tuottavat suuren määrän pieniformaattisia kuvia. Kuvien käsittelyn pitää tämän vuoksi olla pitkälle automatisoitua



Mobiilikartoitus

Nykyisin ei ole perusteltua tarkastella kaukokartoitusta vain ilmasta maahan katsovana havainnointina, koska esitystavaltaan samanlaisia aineistoja tuotetaan myös maanpinnalla tehtävin mittauksin.

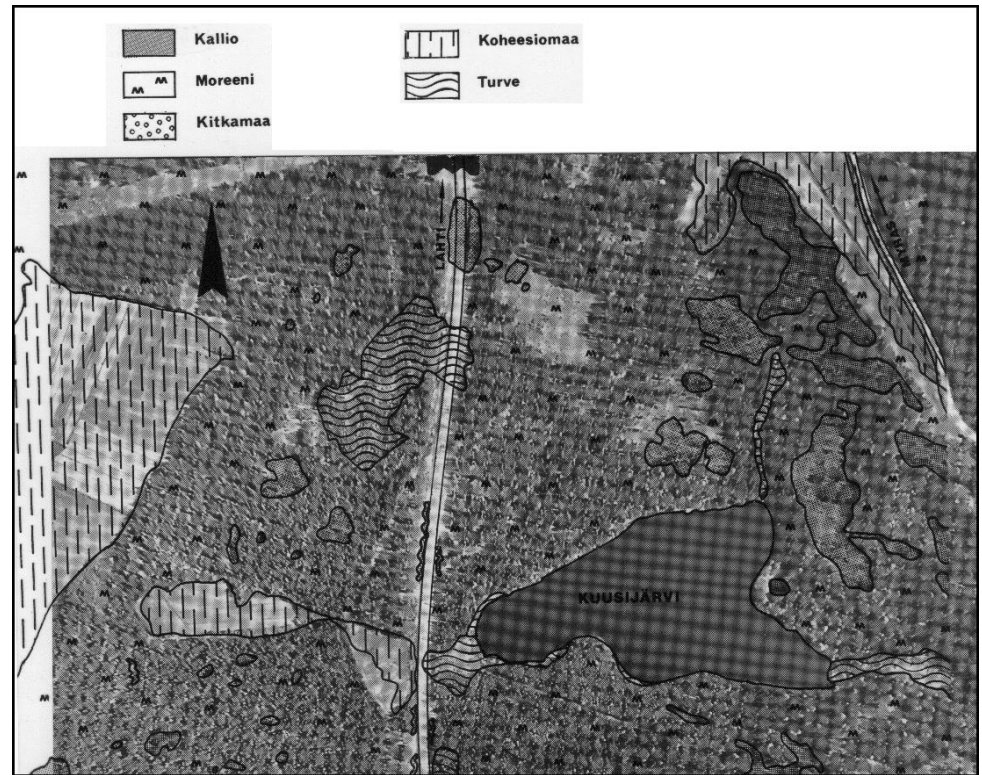
Mobiilikartoituksessa kuvausalueena on maan- tai vedenpinnalla liikkuva auto, vene tai ihminen. Mobiilikartoituksessa yhdistyvät paikannus, valokuvaus ja maalaserkeilaus



Kuvatulkinta

- Fotogrammetriassa ja laser-keilauksessa on kyse kohteiden geometrian ja sijainnin mittaamisesta
- Kuvatulkinnasta puhutaan, kun kaukokartoituskuvilta selvitetään kohteiden laadullisia ominaisuuksia
- Kuvatulkinnan menetelmät jaetaan visuaaliseen ja automaattiseen tulkintaan
- Visuaalinen tulkinta perustuu ihmisen näkö- ja päättelykykyyn
- Automaattinen tulkinta perustuu tilastomatemattiseen päättelyyn

Kuvatulkinnassa on kyse kohteiden havaitsemisesta, rajaamisesta, nimeämisestä ja merkityksen arvioinnista. Alla ilmakuvalta visuaalisesti tulkitut maalajit



Kaukokartoitusta voidaan hyödyntää laajasti

Punkari 1984

GEOSFÄÄRI	HYDROSFÄÄRI	ATMOSFÄÄRI
Kallioperän rakenteet Kivilajit Kallioperägeologiset prosessit Malminetsintä Mannerten liikkeet Maan sisuksen ominaisuudet Maalajit Pinnanmuodot Maanperägeologiset prosessit	Vesistöjen levinneisyys Veden syvyys Veden laatu Veden virtaukset Aallot Tulvat Lumen esiintyminen Lumen vesiarvot Jäättilanne Vesien eliöstö Pohjavesien esiintyminen	Pilvien esiintyminen Säärintamat Tuulet Lämpötilat Kosteusolot Sääennusteet Ilmakehän suurjärjestelmät Ilmakehän yläosien ilmiöt Ilmakehän kiintoaineet
BIOSFÄÄRI	YMPÄRISTÖ	MAANKÄYTTÖ
Kasvillisuuden levinneisyys Kasvillisuustyypit Vuodenajaksivaihtelut kasvillisuudessa Biomassan tuotanto Metsävarat Maanviljelyn muodot Metsien ja peltojen käsittely Kasvillisuustuhot Kasvipelteen kuluminen	Ympäristön tila Ympäristönmuutokset Vesien saasteet Ilmansaasteet Kasvillisuusvauriot Ihmistoiminnan aiheuttama eroosio Luonnonvarojen käytöstä aiheutuneet vauriot Suojelualueiden määrittäminen	Maankäyttömuotojen levinneisyys Ihmistoiminnan aktiivisuus Muutosten seuranta Kartografia Aluesuunnittelu Ihmistoiminnan ja luonnonolosuhteiden yhteys Luonnonvarojen kartoitus Liikenneyhteydet

Kaukokartoituksen menetelmin voidaan tuottaa paikkatietoja tehokkaasti ja tarkisti
Kaukokartoituksella on kasvava merkitys

**KAUKOKARTOITUSTEKNIikka ON IKUINEN LUPAUS: SIINÄ ON AINA
 HYÖDYNTÄMÄTÖNTÄ POTENTIAALIA**

Tulevaisuudennäkymiä

- Kevyet, miehittämättömät ilma-alukset (UAS, UAV) yleistyvät kuvauskäytössä
- Keski- ja pieniformaattiset digitaaliset kamerat yleistyvät havaintolaitteina
- Mittauksissa käsiteltävien kuvien lukumäärä kasvaa räjähdysmäisesti
- Pääosa mittauksista ja tulkinnasta automatisoituu
- Kaukokartoitussatelliittien aineistojen tarkkuus ja saatavuus paranevat
- Internetin merkitys kaukokartoitustietojen jakelussa ja hyödyntämisessä kasvaa
- Kaukokartoitusta hyödynnetään entistä laajemmin ja käyttö arkipäiväistyy

Maailma peitetään jatkuvasti uusiutuvaan piste- ja pikselipilveen

Pistepilvi tuotetaan
laserkeilauksella, valo-
kuvia mittaamalla ja
maastomittauksin

Pikselipilvi tuotetaan
ilmakuvausten, kauko-
kartoitussatelliittien,
valokuvien ja video-
kuvien avulla

Myös harrastajien kuvat
sopivat mittaukseen ja
mallinnukseen



MITÄ KAIKKEA TÄLLÄ PISTE- JA PIKSELIPILVELLÄ VOIDAAN TEHDÄ?

Kirjallisuutta

- Alberts, J. 2007. Einführung in die Fernerkundung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt
- Fotogrammetrian ja kaukokartoituksen seura 80 vuotta. Juhlajulkaisu. The Photogrammetric Journal of Finland, Vol. 22, No. 3, 2011.
- Laurila, P. 2008. Kaukokartoituksen perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, Rovaniemi
- Lillesand, T., Kiefer, R. ja Chipman, J. 2008. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, USA
- Nämnden för skoglig flygbildsteknik 1980. Flygbilds teknik och fjärranalys. Tryckindustri AB, Solna