

MAA-57.1010 (4 OP)

JOHDANTO VALOKUVAUKSEEN, FOTOGRAFMETRIAAN JA KAUKOKARTOITUKSEEN

Kevät 2006

- I. **Mitä kuvasta voi nähdä?**
 - Henrik Haggrén
- II. **Kuvan ottaminen/synty, mitä kuvista nähdään ja miksi**
 - Anita Laiho-Heikkinen: Sähkömagneettinen säteily.
Kuvanmuodostus.
 - Anita Laiho-Heikkinen: Keskusprojektio, erilaiset kuvauslaitteet.
- III. **Kuvan esikäsittely**
 - Henrik Haggrén
 - Henrik Haggrén
 - Anita Laiho-Heikkinen: Kuvausohjelmat.
- IV. **Kuvien analysointi**
 - Henrik Haggrén
 - Anita Laiho-Heikkinen: Näkeminen, värit. Visuaalinen kuvatulkinta.
 - Anita Laiho-Heikkinen: Digitaalinen kuvankäsittely.
Numeerinen tulkinta.
- V. **Kuvan esittäminen**
 - Henrik Haggrén

SÄHKÖMAGNEETTINEN SÄTEILY

- Informaation (energian) välittäjä
- Energia: kyky tehdä työtä
 - Energian siirto:
 - johtaminen (esim. lämpö),
 - fyysinen siirto (esim. vesi) tai
 - sähkömagneettinen säteily (tyhjiö, väliaine)
- Etenee valon nopeudella $c = 3 \times 10^8$ m/s
- Syntyy lämpötilaltaan absoluuttisen nolapisteen yläpuolella olevissa kappaleissa
- Säteilyn ominaisuudet riippuvat kohteen ominaisuuksista
 - Tarkastelemalla kohteen lähettämän / heijastaman sähkömagneettisen säteilyn ominaisuuksia voidaan tehdä päätelmiä kohteen ominaisuuksista.

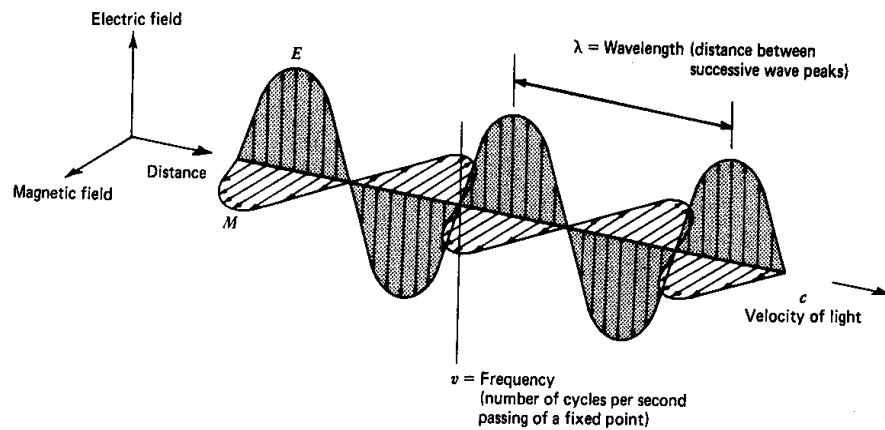
Aaltomalli

- Etenee valon nopeudella
- Ominaisuudet: aallonpituus, amplitudi, taajuus
 - *Aaltoyhtälö:*

$$c = \lambda f$$

$$\lambda = \text{aallonpituus}, f = \text{taajuus}$$

- Kertoo miten sähkömagneettinen säteily liikkuu
- Sähkömagneettinen säteily muodostuu etenemissuuntaa vastaan kohtisuorasti kaikkiin suuntiin tapahtuvasta värähtelystä sähköisesti varatun hiukkasen ympärillä sähkö- ja magneettikentissä



Kuva 1) Sähkömagneettisen säteilyn eteneminen [Lillesand & Kiefer]

Hiukkasmalli

- Säteilylähde lähettää säteilyenergiaa tietyn suuruisina "paketteina", kvantteina eli fotoneina -> Sähkömagneettinen säteily etenee fotonivirtana
- Fotonien ominaisuuksia: energia, lepomassa 0
- *Fotonin energia:*

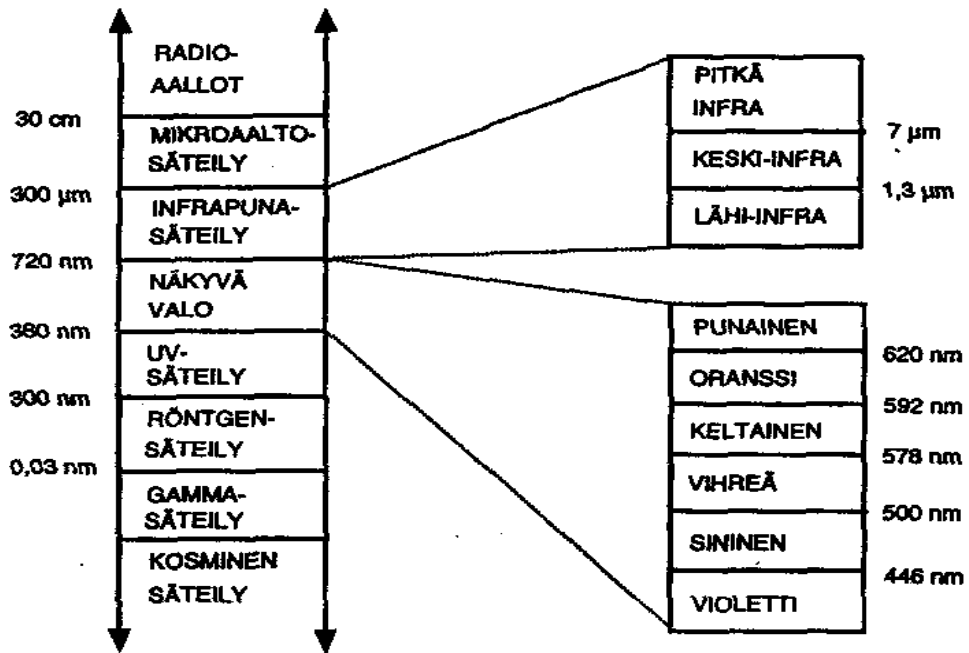
$$E = hf \Leftrightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

h = Planckin vakio

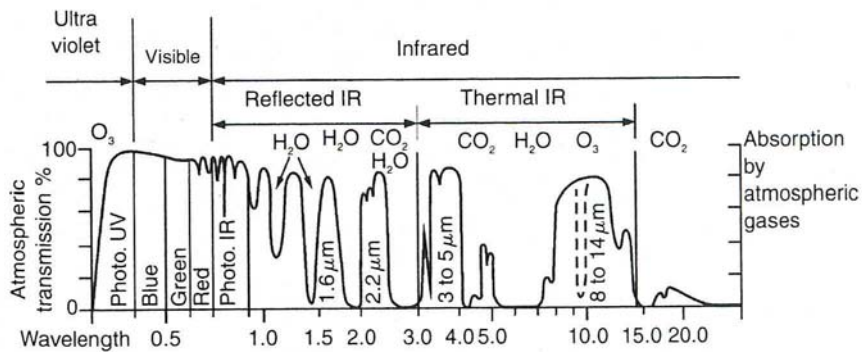
- Suuri aallonpituus -> pieni energia
- Hiukkasmalli kertoo, miten sähkömagneettinen säteily on vuorovaikutuksessa kohteen kanssa

Sähkömagneettinen spektri

- Spektri: kaikkien aallonpituuksien muodostama kokonaisuus



Kuva 2a) Sähkömagneettinen spektri. [Tokola & Hyppänen & Miina & Vesa & Anttila]



Kuva 2b) Sähkömagneettinen spektri ja ilmakehän ikkunat [Konecny].

Säteilylähteet

- Luonnollisia: aurinko ja maa
- Keinotekoisia: esim. hehkulamppu ja tutka
- Luonnollisen säteilylähteen lähettämä säteily "sekalaista" -> laaja aallonpituusalue, eri aallonpituuksilla eri amplitudi ja suunta
- Keinotekoinen säteilylähde (esim. mikroaaltotutka) lähettää säteilyä tietyllä aallonpituudella tiettyyn suuntaan tietyllä polarisaatiolla
 - Polarisaatio: värähtely tapahtuu tiettyyn suuntaan
 - Horisontaali- / vertikaalipolarisaatio

SÄHKÖMAGNEETTINEN SÄTEILY ILMAKEHÄSSÄ

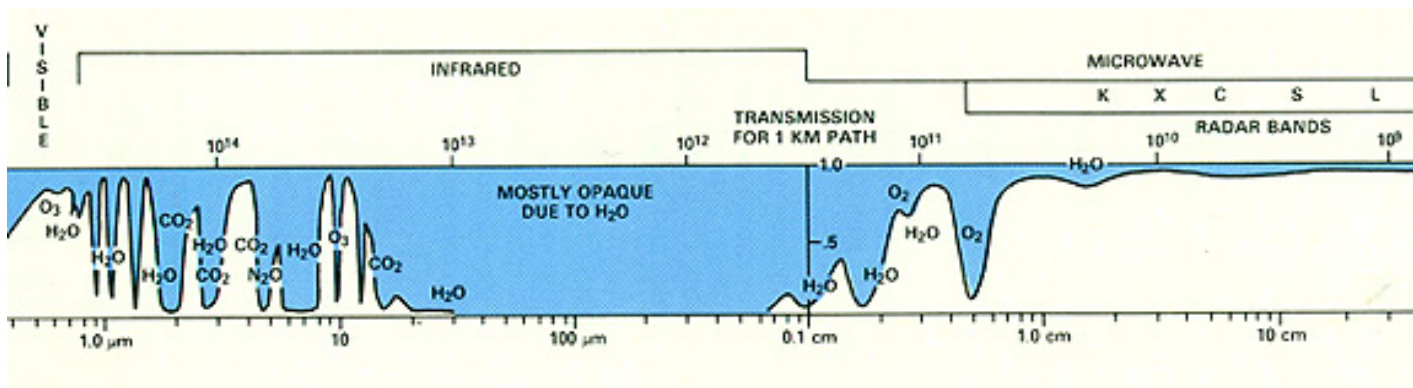
- Ilmakehä muuttaa sähkömagneettista säteilyä johtuen säteilyn sironnasta, taitumisesta ja absorptiosta
- Muuttaa säteilyn ominaisuuksia kuten suuntaa, voimakkuutta, aallonpituutta, taajuutta, spektristä jakaumaa
- Ilmakehän vaimennus riippuu säteilyn aallonpituudesta, ilmakehän hiukkasten tiheydestä ja koosta sekä ilmakehän optisesta tiheydestä ja absorptiivisuudesta
- Voimakkainta näkyvän valon ja infrapunavalon alueella

Sironta

- Aiheuttaa hajavaloa
- Törmätessään hiukkaseen säteily siroaa, jos sen suunta törmäyksen jälkeen on satunnainen
- Voi vaikuttaa myös spektriseen jakaumaan

Absorptio

- Aineen kyky "imeä" sähkömagneettista energiaa
- Käytännössä ainakin osa energiasta muuttuu lämmöksi
- Ilmakehässä absorptio aiheuttaa kaasumolekyylit kuten vesihöyry, hiilidioksidi ja otsoni
- Absorbointi tapahtuu vain tietyillä aallonpituuksilla
 - Aallonpituuksia, joilla absorptiota ei tapahdu, kutsutaan ilmakehäikkunoiksi



Kuva 3) Ilmakehän ikkunat ja tekijät säteilyn vaimenemisessa. [Nasa]

Taistuminen

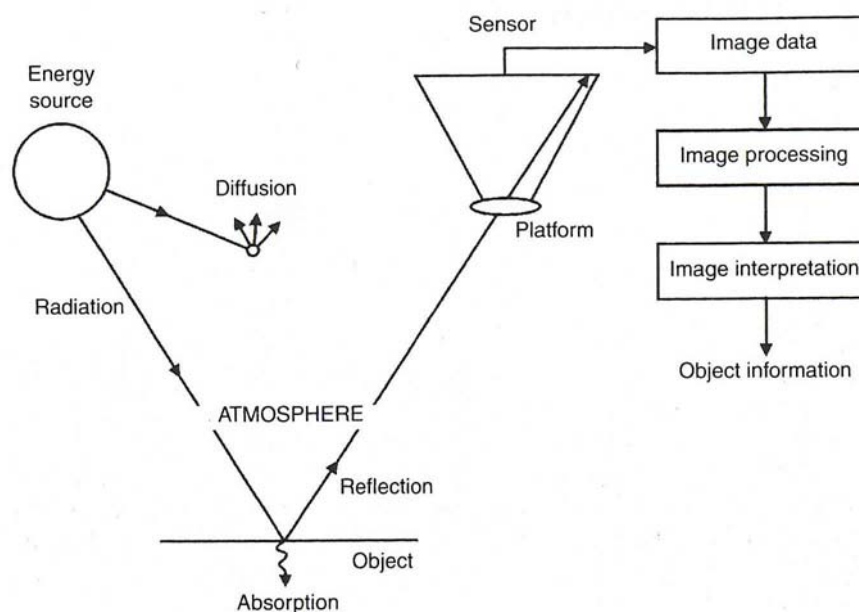
- Ilmakehän eri kerroksilla erilainen tiheys
- Kerrosten rajapinnoissa tapahtuu säteilyn taistumista

SÄHKÖMAGNEETTISEN SÄTEILYN VAIKUTUS MAAN PINNALLA

- Tärkeimmät kohteet: kasvillisuus, maaperä, vesi, ihmisen rakentamat kohteet

Heijastus, absorbtio ja läpäisy

- Maahan saapuva säteilyteho heijastuu, absorboituu tai läpäisee kohteen
- Yleensä em. säteilytehot ja suureet ilmaistaan tietyllä aallonpituudelle

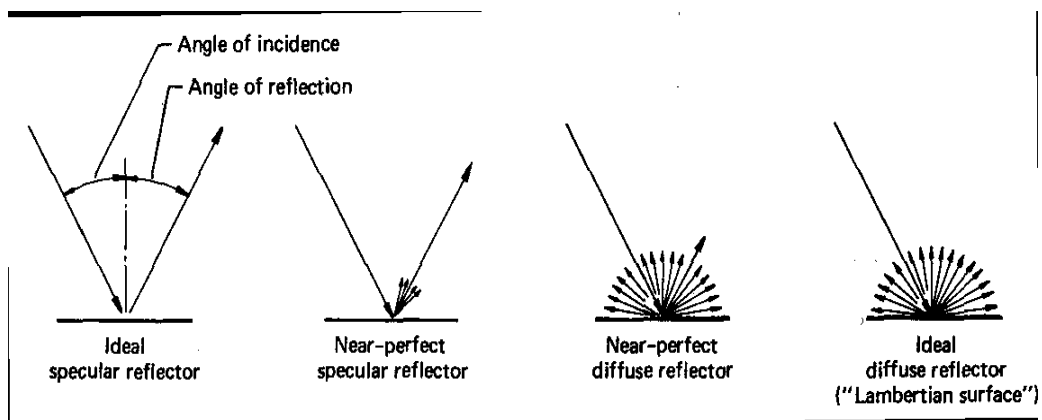


Kuva 4) Sähkömagneettisen säteilyn vuorovaikutus ilmakehän ja kohteen kanssa. [Konecny]

Heijastuminen

- Heijastuminen: säteily "ponnahtaa" takaisin kohteen pinnasta
- Pinta: kerros, jonka paksuus on puolet säteilyn aallonpituudesta

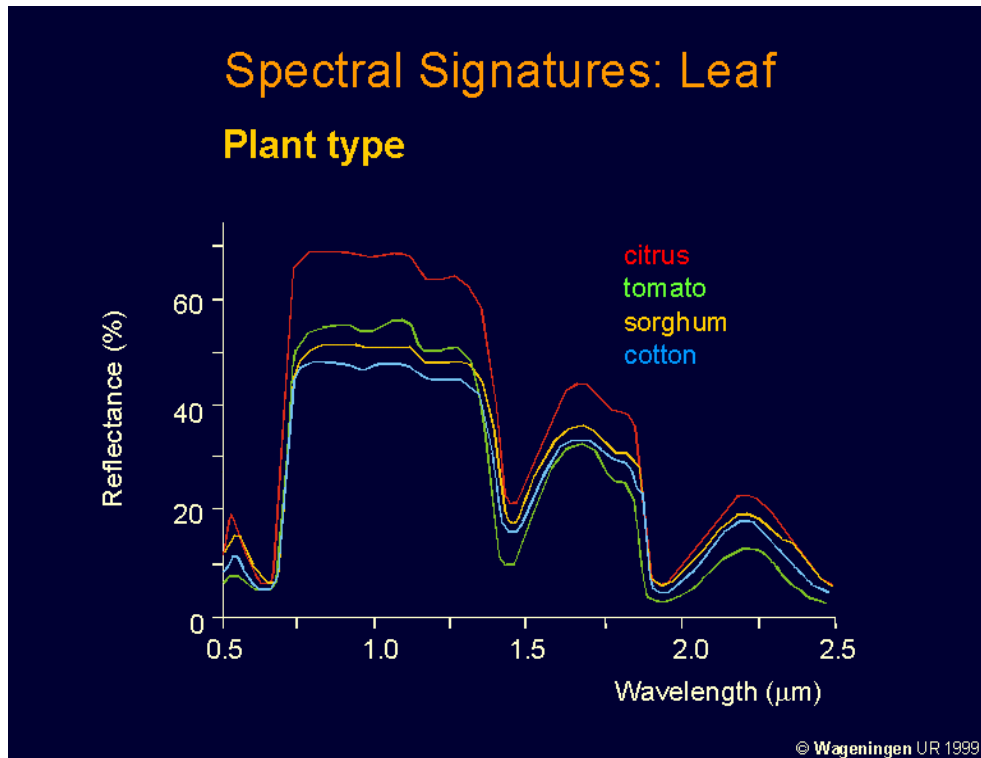
- Tulokulma pienenee -> heijastuminen pienenee
- Sileä pinta -> peilimäinen heijastus
- Karkea pinta -> diffuusiheijastus



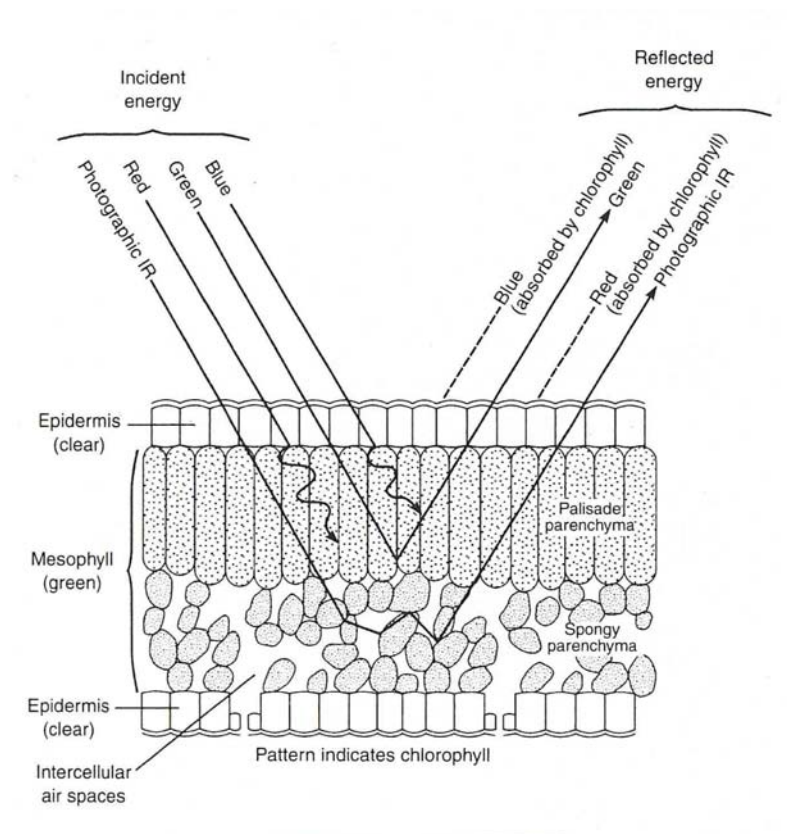
Kuva 5) Säteen heijastuminen erilaisista pinnoista [Curran]

Ominaisäteily

- Kun määritetään kohteen spektrinen heijastussuhde useille kapeille aallonpituusalueille, saadaan **kohteen ominaisäteily**
 - ei ole vakio, vaihtelee mm. havaintokulman, säteilylähteen korkeuskulman, sääolojen ym. mukaan
- Ominaisäteilyn perusteella pääteltävissä, onko mahdollista erottaa kohde taustastaan
 - Voidaan arvioida parhaat aallonpituusalueet
 - Voidaan arvioida paras mittausajankohta



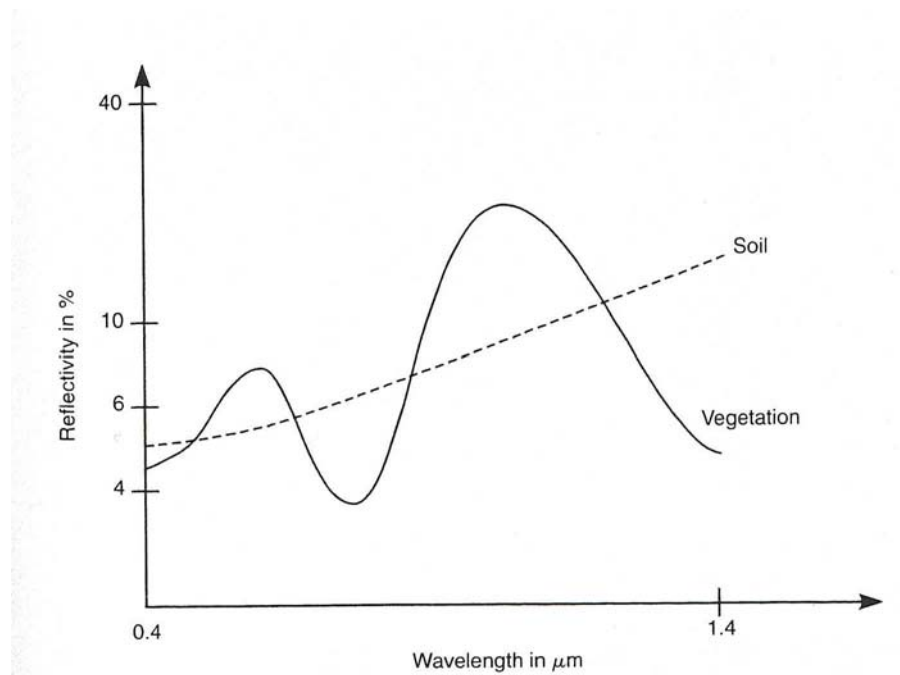
Kuva 6 a) Eri lehtikasvien ominaissäteilykäyriä [Clevers].



Kuva 6 b) Lehden poikkileikkaus ja näiden osien absorptio- ja heijastusominaisuuksia [Konecny].

Tärkeimmät vuorovaikutusmuodot:

- Heijastunut säteily: optinen, lähi-infrapuna- ja keski-infrapuna-alueet
- Emittoitunut säteily: keski- ja lämpöinfrapuna-alueet
- Heijastunut ja emittoitunut säteily: mikroaaltoalue



Kuva 7) Kohteiden erottuvuuden riippuvuus aallonpituudesta [Konecny].

Referenssiluettelo:

- **[Lillesand & Kiefer]** Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W.: Remote Sensing and Image Interpretation, 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- **[Tokola & Hyppänen & Miina & Vesa & Anttila]** Tokola, T., Hyppänen, H., Miina, S., Vesa, L., Anttila, P. : Metsän Kaukokartoitus. Joensuun Yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. Silva Carelica 32, 1998.
- **[Curran]** Curran, P.J.: Principles of Remote Sensing, 2nd Edition. Longman Group, 1985.
- **[Konecny]** .Konecny, G.: Geoinformation – Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems. Taylor&Francis, London, 2003.
- **[NASA]** Goddard Space Flight Center, NASA. Written by: Nicholas M. Short, Sr. <http://rst.gsfc.nasa.gov/Start.html>
- **[Clevers]** Clevers, J.: Remote Sensing Basics - Digital lectures. Wageningen University, The Netherlands, 2000. CD-ROM.