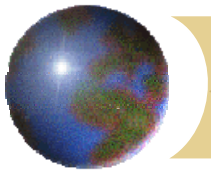
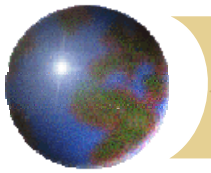


***PRINCIPII DE
TELEDETECTIE IN
CARACTERIZAREA
ATMOSFEREI***



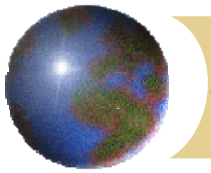
Conceptul de teledetectie (1)

- **Teledetectia** (Remote sensing) este stiinta si tehnologia prin care caracteristicile obiectelor de studiat se pot identifica, masura si analiza fara contact direct, de la distanta.
- Sursa cea mai obisnuita de date in teledetectie este radiatia electromagnetica **reflectata** sau **emisa** de un obiect. Interactiile gravitationale sau magnetice se pot de asemenea folosi in teledetectie.
- Orice dispozitiv folosit pentru detectarea radiatiei electromagnetice reflectate sau emise de un obiect se numeste "tele-senzor" sau "**senzor**". Aparatele de fotografiat sau camerele video, scanerele, sunt exemple de tele-senzori.



Conceptul de teledetectie (2)

- Un vehicol care transporta un senzor se numeste "**platforma**". Avioanele sau satelitul sunt deseori folositi ca platforme.
- Termenul de “teledetectie“ a fost folosit prima data in Statele Unite in anii 1960 si cuprindea conceptele de fotogrametrie, fotointerpretare, foto-geologie etc. Incepand cu primul satelit de observare terestra lansat in 1972, Landsat-1, teledetectia a inceput sa fie folosita pe scara din ce in ce mai larga.



Conceptul de teledetectie (3)

- Caracteristicile unui obiect pot fi determinate folosind radiatia electromagnetica reflectata sau emisa de obiectul respectiv. Fiecare obiect are o caracteristica unica de reflexie sau emisie in anumite conditii date de mediu (parametri fizici) sau de poluare.

Teledetectia este tehnologia de identificare a obiectelor si de intelegere a conditiilor de mediu folosind unicitatea reflexiei si emisiei.

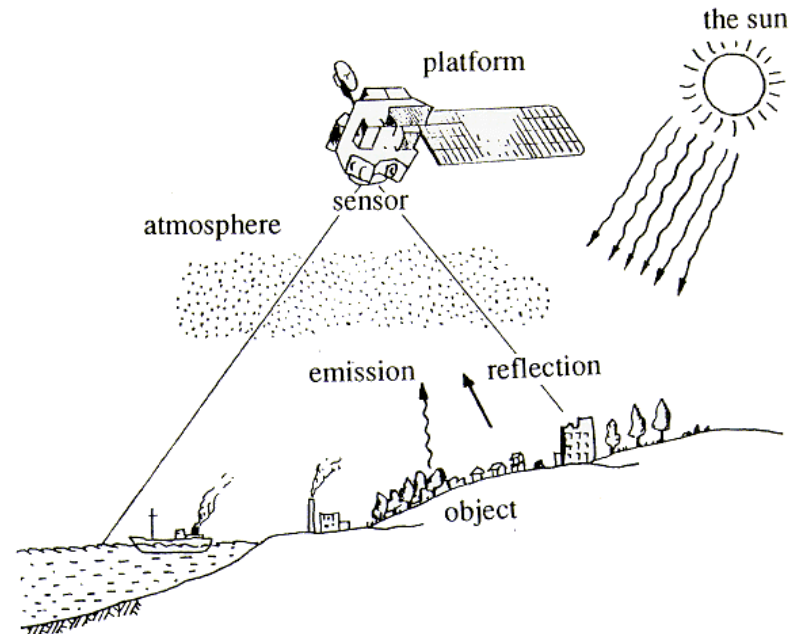
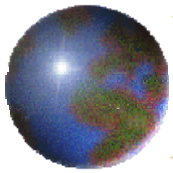


Figure1.1.1 Data collection by remote sensing



Conceptul de teledetectie (4)

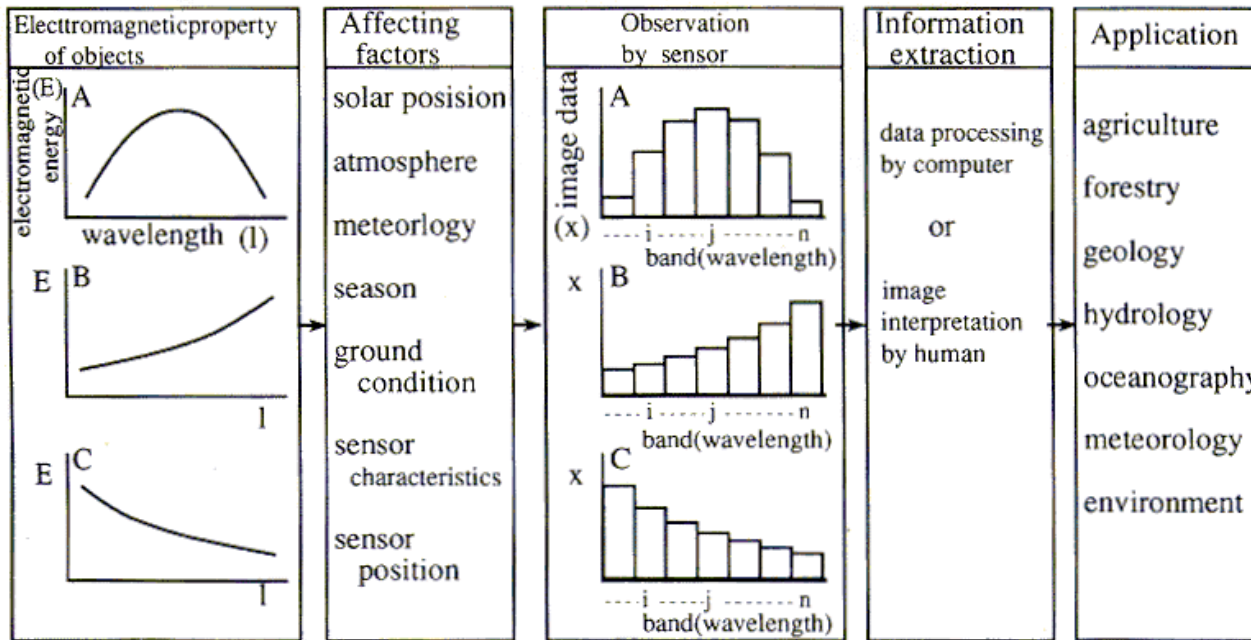
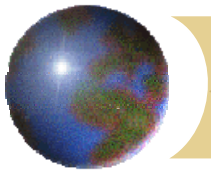


Figure 1.1.2 Flow of remote sensing

Figura de mai sus ilustreaza procesul de teledetectie: trei obiecte diferite sunt masurate, in raport de caracteristicile lor electromagnetice, cu un senzor ce lucreaza intr-un numar limitat de benzi, dupa ce diferiti factori au afectat semnalul. Datele de teledetectie sunt apoi procesate automat de calculator si/sau interpretate de oameni. In final, rezultatele analizei sunt folosite in agricultura, topografie, silvicultura, geologie, hidrologie, oceanografie, meteorologie, stiinta mediului etc.

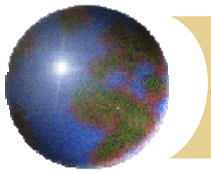


Domeniile de lungime de unda analizate

- Domeniile de lungime de unda ale radiatiei electromagnetice au diferite denumiri, de la raze γ , raze X, ultraviolet (UV), lumina vizibila, infrarosu (IR), pana la unde radio. Cu cat lungimea de unda este mai mica, cu atat radiatia are un mai pronuntat caracter de particula, cu mai multa liniaritate si directivitate in propagare.
- In tabelul alaturat sunt indicate numele si domeniile de lungime de unda si frecventa ale diferitelor radiatii electromagnetice. Trebuie observat ca pot fi variatii in clasificarea undelor radio si IR dupa disciplina stiintifica unde sunt utilizate. Tabelul arata nomenclatura obisnuita in teledetectie.

Table 1.4.1 Classification of electromagnetic radiations

class		wavelength	frequency	
ultraviolet		100Å ~ 0.4 μm	750 ~ 3,000 THz	
visible		0.4 ~ 0.7 μm	430 ~ 750 THz	
infrared	near infrared	0.7 ~ 1.3 μm	230 ~ 430 THz	
	short wave infrared	1.3 ~ 3 μm	100 ~ 230 THz	
	intermediate infrared	3 ~ 8 μm	38 ~ 100 THz	
	thermal infrared	8 ~ 14 μm	22 ~ 38 THz	
	far infrared	14 μm ~ 1 mm	0.3 ~ 22 THz	
radio wave	submillimeter		0.1 ~ 1 mm	3 ~ 3 THz
	micro wave	millimeter (EHF)	1 ~ 10 mm	30 ~ 300 GHz
		centimeter (SHF)	1 ~ 10 cm	3 ~ 30 GHz
		decimeter (UHF)	0.1 ~ 1 m	0.3 ~ 3 GHz
	very short wave (VHF)		1 ~ 10 m	30 ~ 300 MHz
	short wave (HF)		10 ~ 100 m	3 ~ 30 MHz
	medium wave (MF)		0.1 ~ 1 km	0.3 ~ 3 MHz
long wave (LF)		1 ~ 10 km	30 ~ 300 KHz	
very long wave (VLF)		10 ~ 100 km	3 ~ 30 KHz	



Benzile spectrale in teledetectie (1)

Radiatia electromagnetica folosita in teledetectie este UV (0.3-0.4 μm), lumina vizibila (0.4-0.7 μm), unde scurte si IR termic (0.7-14 μm) si microundele (1 mm - 1 m).

Figura alaturata prezinta benzile spectrale folosite in teledetectie. Domeniul spectral al **IR apropiat** si **IR scurt** este denumit uneori **IR reflectiv** (0.7-3 μm) intrucat domeniul este influentat mai mult de catre reflexia solara decat de emisia telurica. In domeniul IR termic, emisia suprafetei Pamantului domina energia radianta, cu doar mici influente din partea reflexiei solare.

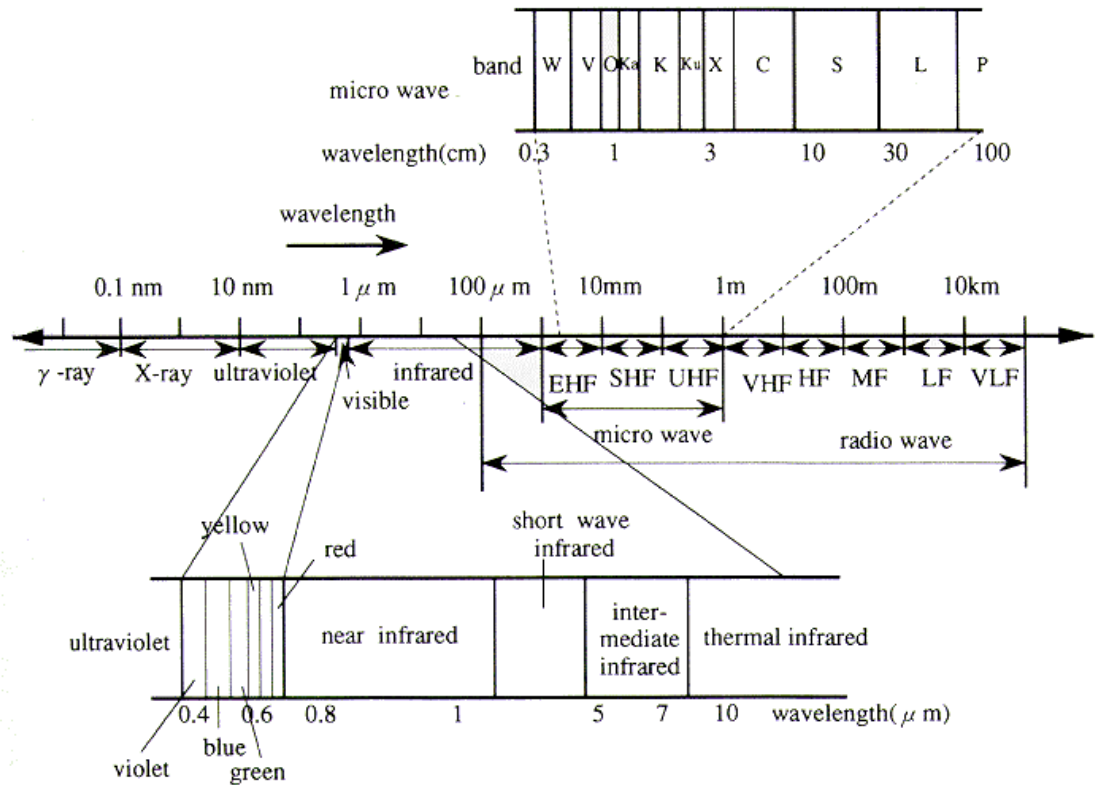
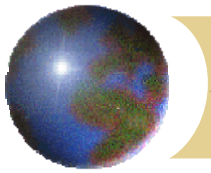


Figure 1.4.1 The bands used in remote sensing



Benzile spectrale in teledetectie (2)

- Radiatia vizibila corespunde culorilor spectrale. Ele sunt, in ordinea descrescatoare a lungimilor de unda: rosu, oranj, galben, verde, albastru, indigo si violet.
- Undele din domeniul IR scurt sunt folosite de curand pentru clasificari geologice ale tipurilor de roci. Domeniul IR termic este folosit mai ales pentru masuratori de temperatura. Microundele sunt folosite pentru radar si radiometrie de microunde. In domeniul microundelor se foloseste si o clasificare speciala in banda k, banda X, banda C, banda L etc., asa cum este aratat in figura alaturata.

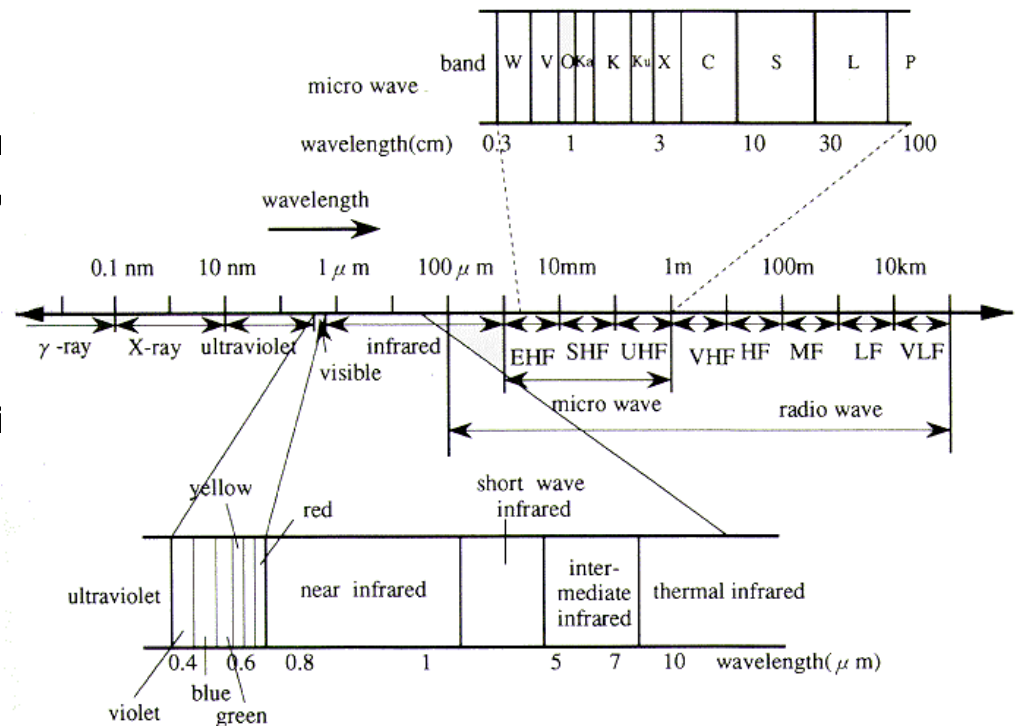
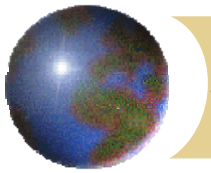


Figure 1.4.1 The bands used in remote sensing



Tipuri de teledetectie dupa domeniul de lungime de unda (1)

❖ Teledetectia se clasifica, dupa domeniile de lungime de unda, in trei tipuri majore (1) **Teledetectie in Vizibil si IR reflectiv**, (2) **Teledetectie in IR termic** si (3) **Teledetectie de Microunde**.

❖ Energia sursei folosite in vizibil si IR reflectiv este Soarele. Acesta radiaza cu un maxim de lungime de unda la $0.5 \mu\text{m}$. Datele de teledetectie obtinute in vizibil si IR reflectiv depind mai ales de reflectanta obiectelor de pe sol. Prin urmare, folosind reflectanta spectrala se pot obtine informatii despre obiecte. Lidarul este totusi o exceptie intrucat nu foloseste lumina solara ca sursa, ci un laser.

❖ Sursa de energie radianta in IR termic este obiectul insusi, intrucat orice obiect cu o temperatura obisnuita emite radiatie electromagnetica cu un maxim in jur de $10 \mu\text{m}$.

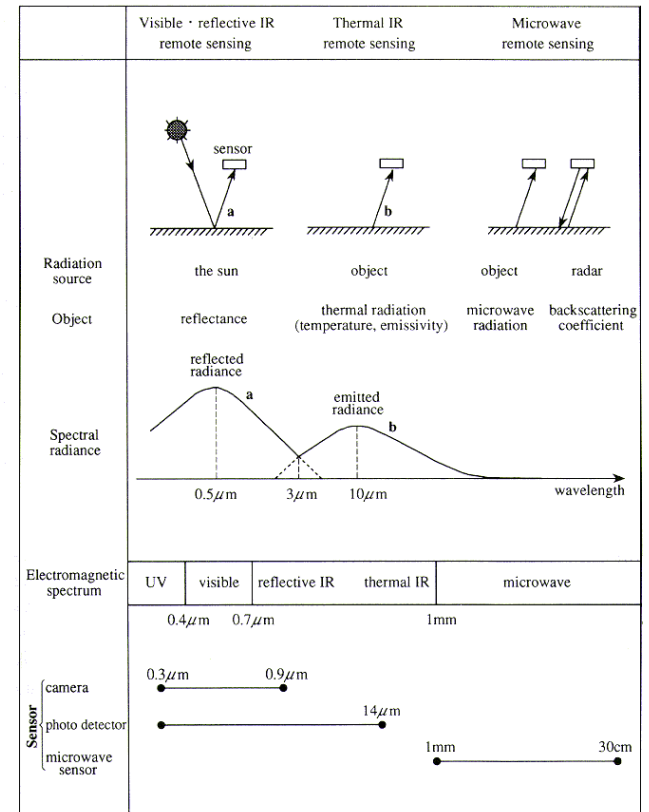
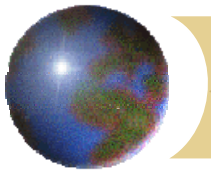


Figure 1.5.1 Three types of remote sensing with respect to wavelength regions



Tipuri de teledetectie dupa domeniul de lungime de unda (2)

- Se poate compara diferenta dintre radianta spectrala a Soarelui (a) si a unui obiect cu temperatura normala a Pamantului (in jur de 300 K). In figura, pentru simplitate, se neglijeaza absorbtia atmosferica, cu toate ca diagrama spectrala variaza cu reflectanta, emisivitatea si temperatura obiectului.
- Curbele (a) si (b) se intersecteaza la aproximativ $3.0 \mu\text{m}$. Prin urmare, in domeniul de lungimi de unda mai mici decat $3.0 \mu\text{m}$ se observa mai ales reflectanta spectrala, iar in domeniul de lungimi de unda mai mari decat $3.0 \mu\text{m}$ se masoara radiatia termica.
- In zona microundelor exista doua tipuri de teledetectie, pasiva si activa. In metoda pasiva se masoara radiatia de microunde emisa de un obiect. In metoda activa se masoara coeficientul de retroimprastiere al unei radiatii produse de o sursa artificiala de microunde.

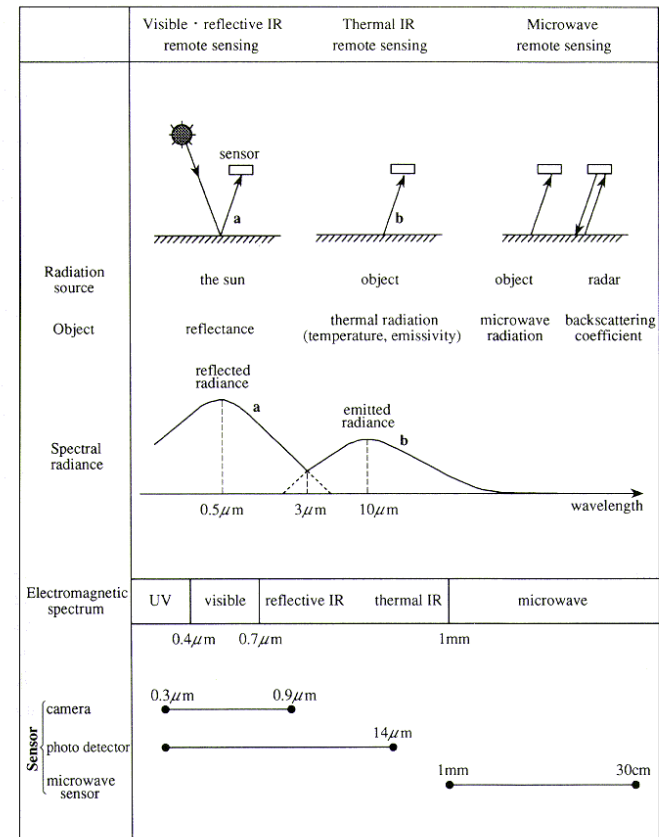
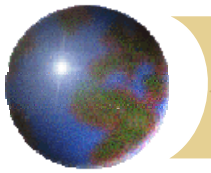


Figure 1.5.1 Three types of remote sensing with respect to wavelength regions



Notiuni de radiometrie (1)

- Masuratorile in teledetectie se bazeaza pe concepte de radiometrie si fotometrie, cu diferite definitii si unitati de masura.
- Radiometria este folosita pentru masuratori intr-un domeniu larg de lungimi de unda, de la raze X pana la unde radio, in timp ce fotometria se refera la perceptia umana a luminii vizibile, bazata pe sensibilitatea ochiului omenesc.
- Figura alaturata prezinta definitiile energiei radiante, fluxului radiant, intensitatii radiante, iradiantei, emisivitatii radiante si radiantei.

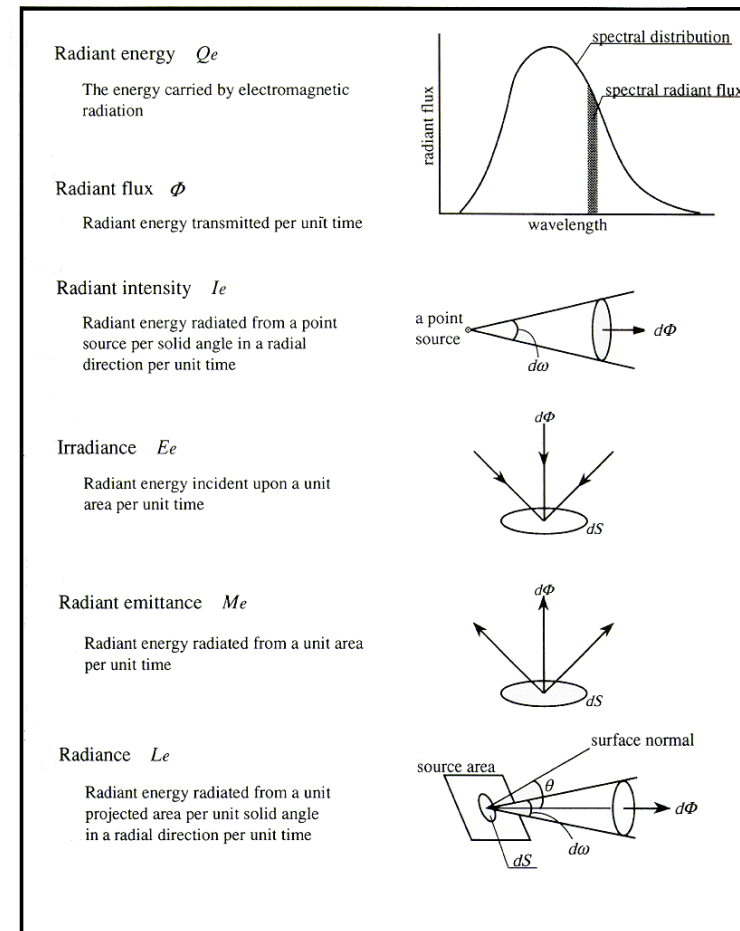
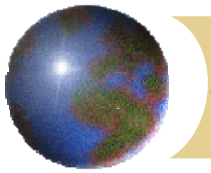
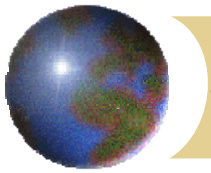


Figure 1.6 Summary of radiometric definitions



Notiuni de radiometrie (2)

- **Energia radianta** se definește ca energia transportată de radiația electromagnetică și se măsoară în Joule (J).
- **Fluxul radiant** este energia radianta transmisă în direcție radială pe unitatea de timp și se exprimă în Watt (W).
- **Intensitatea radianta** este fluxul radiant emis dintr-o sursă punctuală, pe unitatea de unghi solid, în direcție radială. Se exprimă în unitatea W/sr.
- **Iradianța** este fluxul radiant incident pe unitatea de arie a unei suprafețe, exprimat în W/m^2 .
- **Emisivitatea radianta** este fluxul radiant emis de o suprafață pe unitatea de arie și se exprimă în W/m^2 .
- **Radianța** este intensitatea radianta pe unitatea de arie în direcția radială. Se exprimă în $W/(m^2 sr)$.

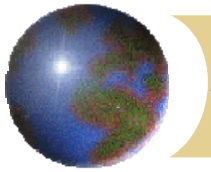


Notiuni de radiometrie (3)

Table 1.6.1 Technical Terms used in Radiometry and Photometry.

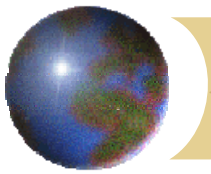
Radiometry			Photometry		
Technical Term	Symbol	Unit	Technical Term	Symbol	Unit
Radiant energy	Q_e	J	Quantity of light	Q	$lm \cdot s$
Radiant flux	Φ	W	Luminous flux	F	lm
Radiant intensity	I_e	Wsr^{-1}	Luminous intensity	I	cd
Radiant emittance	M_e	Wm^{-2}	Luminous emittance	M	$lm \cdot m^{-2}$
Irradiance	E_e	Wm^{-2}	Illuminance	E	lx
Radiance	L_e	$Wm^{-2}sr^{-1}$	Luminance	L	$cd \cdot m^{-2}$

- Tabelul de mai sus arata comparatia dintre termenii tehnici, simbolurile si unitatile de masura folosite in radiometrie si fotometrie.
- Orice marime radiometrica se poate defini pe unitatea de lungime de unda. In acest caz, I se atribuie adjectivul "Spectral". De exemplu, se poate folosi fluxul radiant spectral ($W/\mu m$), sau radianta spectrala ($W/(m^2 sr \mu m)$).



Notiuni de radiometrie (4)

- Un obiect radiaza un flux radiant spectral unic, depinzand de temperatura si de emisivitatea obiectului. Aceasta este ceea ce numim **radiatie termica**, intrucat ea depinde mai ales de temperatura. Radiatia termica se trateaza in cadrul **teoriei corpului negru**.
- Un corp negru este o entitate care absoarbe toata energia electromagnetica incidenta pe ea si nu reflecta sau transmite energie. Conform legii lui **Kirchhoff** raportul dintre energia radiata de un obiect aflat in echilibru termic si energia absorbita este constant si depinde numai de temperatura si de lungimea de unda. Un corp negru prezinta un maxim de radiatie fata de alte entitati. Prin urmare, un corp negru este denumit **radiator perfect**.



Notiuni de radiometrie (5)

Radiatia corpului negru se defineste ca radiatie *termica*, data de legea lui Plank, ca functie de temperatura si de lungimea de unda.

Table 1.7.1 Plank's law of radiation

spectral radiance of black body $B\lambda$ is given as follows.

$$B\lambda = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp(hc/k\lambda T) - 1}$$

$B\lambda$:	black body spectral radiance ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$)
T	:	absolute temperature of Black body (K)
λ	:	wavelength (μm)
c	:	velocity of light 2.998×10^8 ($m \cdot s^{-1}$)
h	:	plank's constant 6.626×10^{-34} (J·s)
k	:	Boltzmann's constant 1.380×10^{-23} (J·K ⁻¹)

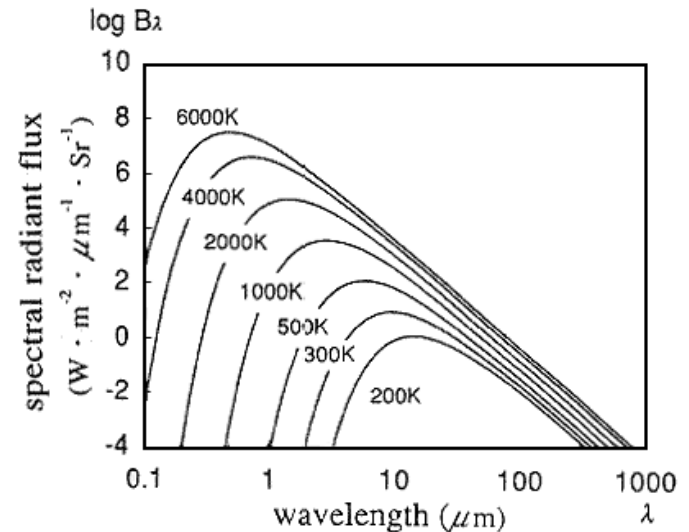
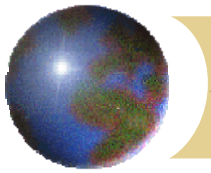


Figure 1.7.1 Plank's law of radiation



Notiuni de radiometrie (6)

- In teledetectie este necesara o corectie de **emisivitate**, intrucat obiectele observate nu sunt corpuri negre. Emisivitatea se poate defini prin formula:
Emisivitatea = [Energia radianta a obiectului]/[Energia radianta a unui corp negru cu aceeasi temperatura ca si obiectul].
- Emisivitatea ia valori intre 0 si 1, depinzand de constanta dielectrica a obiectului, de rugozitatea suprafetei sale, temperatura, lungime de unda, unghiul de privire. In figura alaturata este aratata emisivitatea spectrala si fluxul radiant spectral pentru trei obiecte: un corp negru, un corp gris si un radiator selectiv.
- Temperatura corpului negru care emite aceeasi energie radianta ca a unui obiect observat se numeste **temperatura de stralucire** a obiectului.

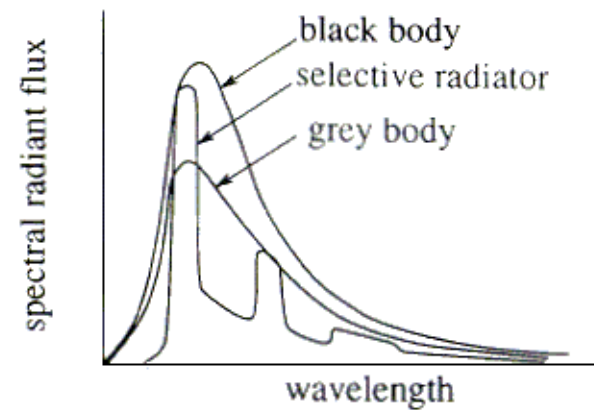
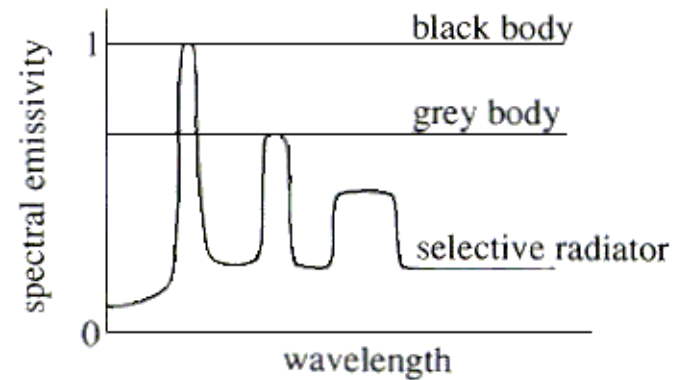
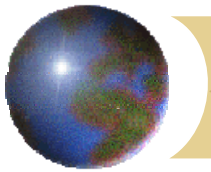


Figure 1.7.2 Radiators



Reflectanta (1)

- **Reflectanta** se definește ca raportul dintre fluxul reflectat de suprafața obiectului și fluxul incident pe suprafața (figura alăturată)

- Reflectanta ia valori între 0 și 1. Aceasta marime a fost inițial definită ca raportul dintre fluxul incident de lumină albă și fluxul reflectat într-o deschidere emisferică.

Observatii: O suprafață **uniform difuzivă**, numită suprafață Lambertiană, reflectă o radianță constantă, indiferent de unghiul de observație. O suprafață perfect difuzivă este o suprafață uniform difuzivă cu reflectanta egală cu 1.

Legea cosinusului a lui Lambert, care definește o suprafață Lambertiană, este următoarea:

$$I(\theta) = I_n \cos \theta,$$

unde $I(\theta)$ este intensitatea luminoasă la un unghi θ față de normală la suprafață, iar I_n este intensitatea luminoasă pe direcție normală.

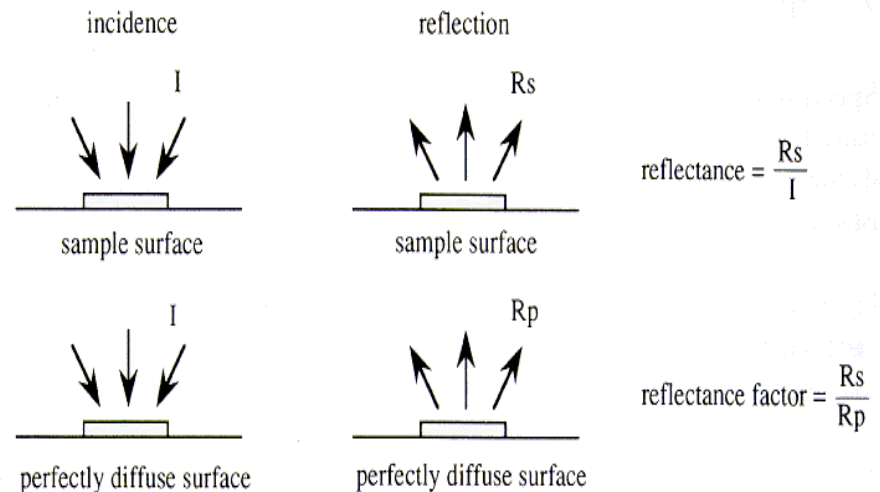
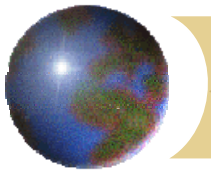


Figure 1.8.1 Reflectance and reflectance factor



Reflectanta (2)

- **Albedoul** se definește ca fiind reflectanta în cazul în care sursa de lumină incidentă este Soarele.
- Factorul de reflectanță este folosit uneori ca raportul dintre fluxul reflectat de o porțiune de suprafață și fluxul reflectat de o suprafață perfect difuzivă.
- Reflectanța pe unitatea de lungime de undă este denumită **reflectanță spectrală**, după cum se arată în exemplul alăturat.
- O presupunere fundamentală în teledetectie este aceea că reflectanța spectrală este o **caracteristică unică** a unui obiect.

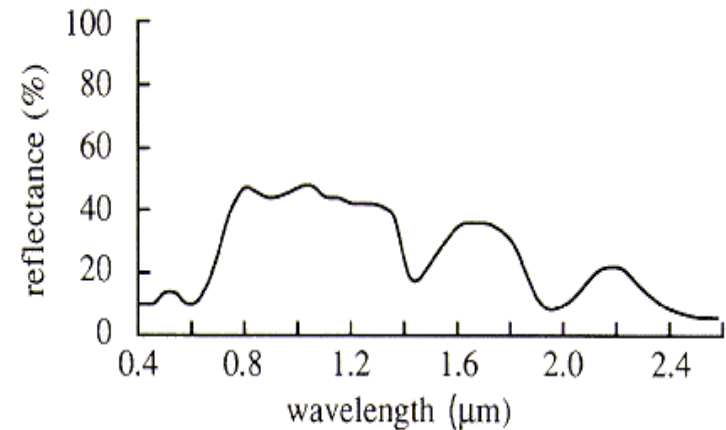
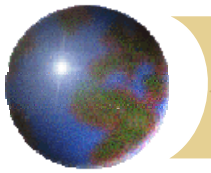


Figure 1.8.2 Spectral reflectance of vegetation



Reflectanta (3)

- Reflectanta in cazul unei directii specificate de incidenta si de reflexie a radiatiei electromagnetice este denumita **reflectanta directionala**.
- De exemplu, daca atat incidenta cat si reflexia sunt directionale, avem ceea ce se numeste reflectanta bidirectionala (figura alaturata). Conceptul de reflectanta bidirectionala se foloseste in proiectarea senzorilor.

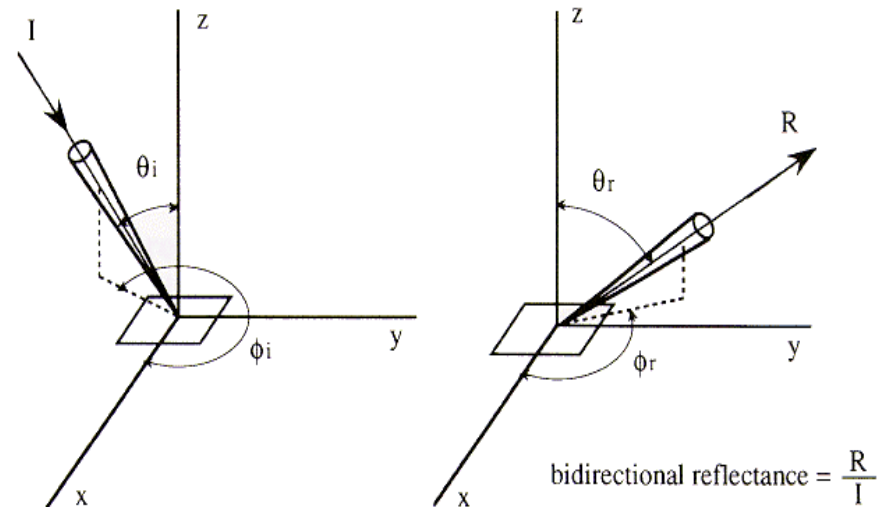
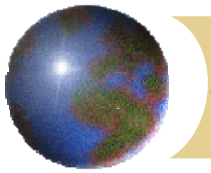
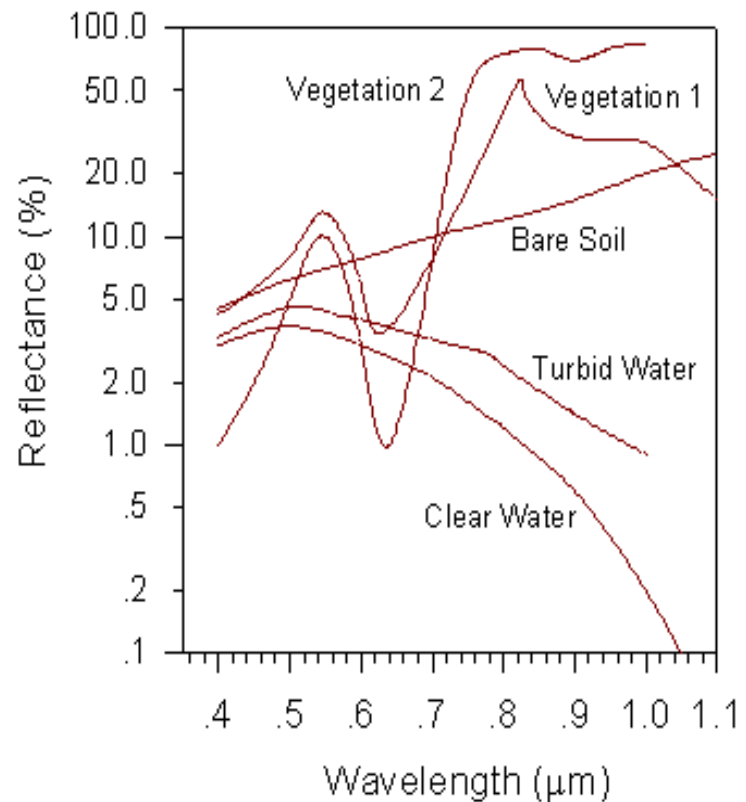


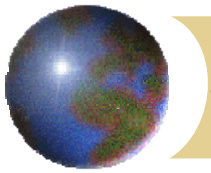
Figure 1.8.3 Bidirectional reflectance



Reflectanta spectrala a suprafetelor terestre (1)

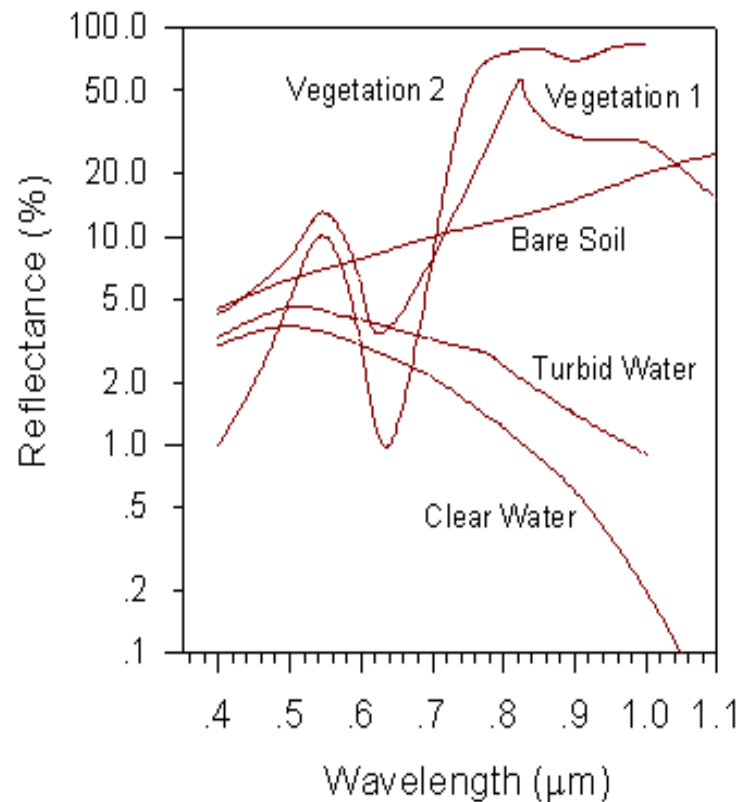
- **Reflectanta spectrala** este presupusa diferita pentru diversele tipuri de acoperiri ale suprafetei terestre. Acesta este principiul care, in multe situatii, permite identificarea suprafetelor prin teledetectie, observand reflectanta spectrala sau radianta spectrala de la distante mari fata de suprafata respectiva.
- Figura alaturata arata cateva curbe de reflectanta spectrala pentru trei tipuri de supafata terestra: vegetatie, sol si apa. Vegetatia are o reflectanta mare in IR apropiat, existand totusi minime specifice datorate absorbtiei. Solul are valori ceva mai mari pentru aproape toat domeniul spectral. Reflectanta depinde in general de tipul de sol. In exemplul alaturat ea creste cu lungimea de unda, astfel incat suprafata respectiva apare de culoare galbena.

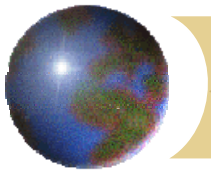




Reflectanta spectrala a suprafetelor terestre (2)

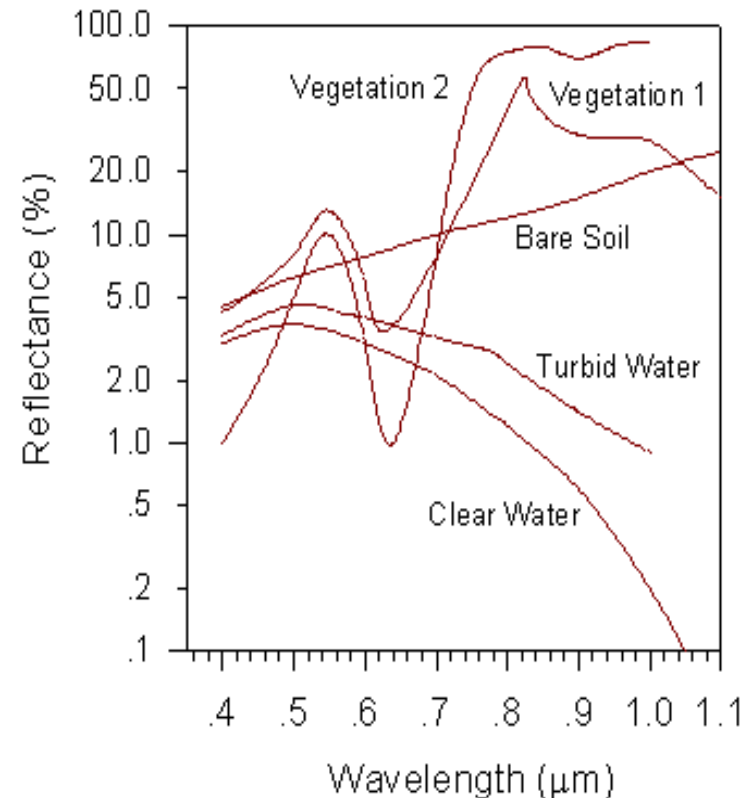
- Reflectanta apei in IR este aproape absenta, dar, eventuala turbiditate maresc reflectanta pe aproape tot domeniul spectral. Reflectanta **apei curate** este maxima la extremitatea albastra a spectrului si descreste cu cresterea lungimii de unda. Prin urmare, apa limpede apare de culoare albastru inchis.
- **Apa cu turbiditate** are suspensii sedimentare care maresc reflectanta in extremitatea rosie a spectrului si produc o aparenta maronie.

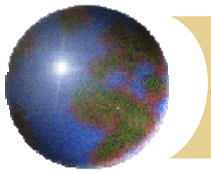




Reflectanta spectrala a suprafetelor terestre (3)

- **Vegetatia** are o semnatura spectrala unica, ceea ce permite sa fie deosebita rapid de alte tipuri de suprafete intr-o imagine optica/IR apropiat. Reflectanta este joasa atat in zona albastra cat si in cea rosie a spectrului, datorita absorbtiei clorofilei. In zona IR apropiat, reflectanta este mult mai mare decat in banda vizibila, datorita structurii celulare a frunzelor. Deci vegetatia se poate recunoaste prin aceasta caracteristica a reflectantei. Aceasta proprietate se foloseste in operatiuni militare de recunoastere primara, pentru **detectia de camuflaj**.
- Forma spectrului de reflectanta se poate folosi pentru **identificarea tipului de vegetatie**. De exemplu, spectrele vegetatiei 1 si 2 se pot distinge, cu toate ca au aceeași comportare generala: vegetatia 1 are o reflectanta mai mare în vizibil, dar mai joasa in IR apropiat. Pentru același tip de vegetatie, spectrul de reflectanta depinde de asemenea si de factori cum ar fi continutul de apa din frunze sau sanatatea plantelor.





Reflectanta spectrala a suprafetelor terestre (4)

Figura alaturata arata o comparatie dintre reflectanta frunzelor si absorbtia apei. Clorofila continuta in frunze are o absorbtie puternica la $0.45 \mu\text{m}$ si $0.67 \mu\text{m}$ si reflectanta puternica in IR apropiat ($0.7-0.9 \mu\text{m}$). Aceasta produce un usor maxim la $0.5-0.6 \mu\text{m}$ (banda verde), ceea ce face ca vegetatia sa apara de culoare verde.

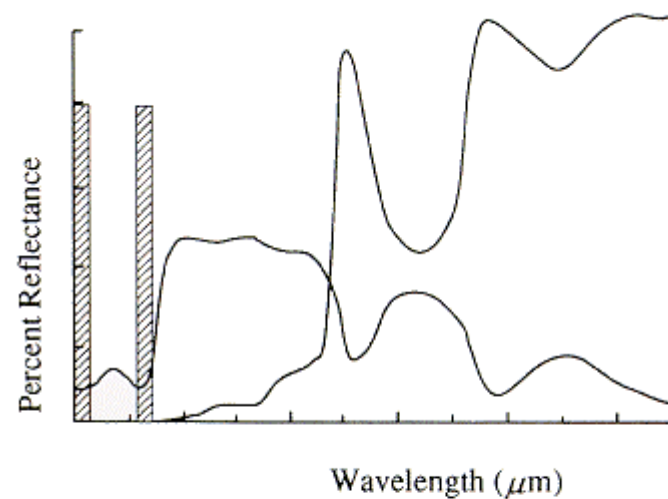
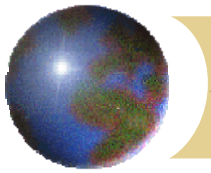


Figure 1.9.2 Spectral reflectance of a green leaf



Reflectanta spectrala a suprafetelor terestre (5)

- Domeniul IR apropiat este extrem de util pentru observarea si cartografierea vegetatiei, mai ales din cauza ca gradientul pronuntat de reflectanta la 0.7-0.9 μm este produs numai de vegetatie.
- Din cauza continutului de apa din frunze, exista doua benzi de absorbtie la aproximativ 1.5 μm si 1.9 μm . Acest fapt este de asemenea folosit pentru supravegherea stadiului de dezvoltare al vegetatiei.
- Figura alaturata arata o comparatie intre curbele de reflectanta spectrala a unor specii diferite de vegetatie.

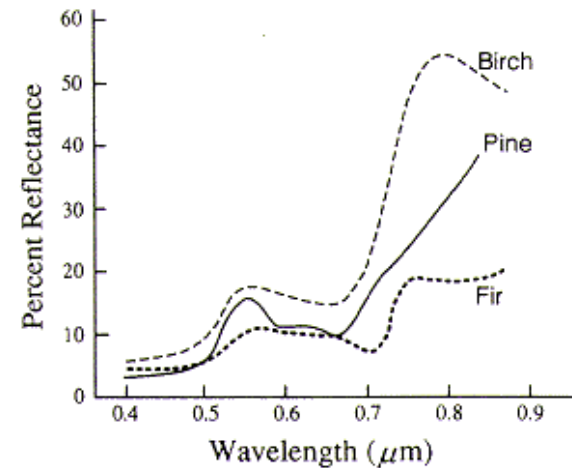
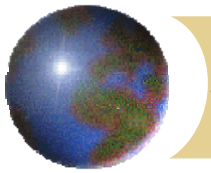


Figure 1.9.3 Spectral reflectance of different kind of plants



Reflectanta spectrala a suprafetelor terestre (6)

Figura alaturata arata forme diferite ale reflectantei spectrale produse de diferite tipuri de roci in IR scurt (1.3-3.0 μm). Pentru a clasifica astfel de tipuri de roci cu diferite benzi inguste de absorbtie este necesar un senzor cu multi-banda cu rezolutie inalta. In acest scop (clasificare de roci si cartografierea culorii oceanelor) au fost dezvoltate **spectrometrele de imagerie.**

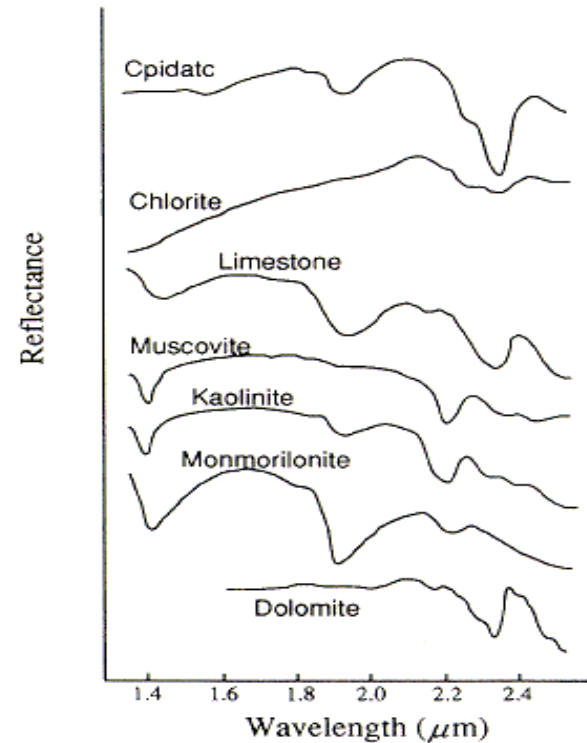
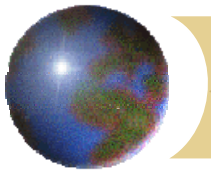


Figure 1.9.4
Spectral reflectance of rocks and minerals

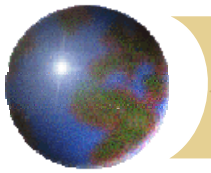


Interpretarea imaginilor optice de teledetectie

Patru tipuri principale de informatie sunt continute intr-o imagine de tip optic si sunt cel mai des folosite pentru interpretarea acesteia:

- **Informatia radiometrica (adica stralucirea, intensitatea, tonul),**
- **Informatia spectrala (culoarea, nuanta),**
- **Informatia texturala**
- **Informatia geometrica si contextuala**

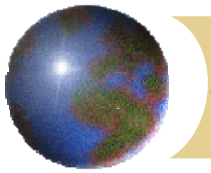
Aceste tipuri sunt ilustrate in exemplele urmatoare.



Imagini pancromatice

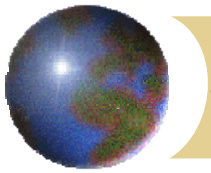
- ❖ O imagine pancromatica se obtine **dintr-o singura banda**. Este reprezentata de obicei ca o figura in nuante de gri, adica stralucirea unui anumit pixel este proportionala cu valoarea digitala a pixelului, care este legata de intensitatea radiatiei solare reflectata pe tintele din pixelul respectiv si percepute de detector. Astfel, o imagine pancromatica se poate interpreta in mod similar cu o fotografie aeriana alb-negru. Informatia radiometrica este predominanta in acest tip de imagine.
- ❖ In figura alaturata se poate vedea o imagine pancromatica extrasa dintr-o panorama pancromatica realizata de platforma SPOT cu o rezolutie la sol de 10 m. Acoperirea la sol este de aprox. 6,5 km largime si 5,5 km inaltime. Zona urbana din coltul stanga-jos si o zona libera in partea de sus a imaginii au reflectante ridicate, in timp ce ariile cu vegetatie din dreapta sunt mai mult intunecate. Se pot vedea drumurile si cladirile din zona urbana. Este de asemenea vizibil un rau curgand prin zona cu vegetatie. Raul apare luminos datorita sedimentelor, in timp ce suprafata marina de la partea de jos a imaginii apare intunecata.





Imagini multispectrale

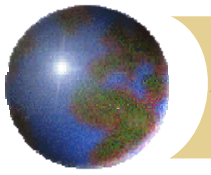
- O imagine multispectrala consta din mai multe benzi de date. Pentru vizualizare, fiecare banda poate fi reprezentata pe rand ca o **imagine alb-negru**, sau, in combinatii de trei benzi simultane, ca o **imagine color-compusa**. Interpretarea unei imagini multispectrale color-compuse necesita cunoasterea semnaturii de reflectanta spectrala ale tintelor din peisaj. In acest caz, continutul informatiei spectrale a imaginii este utilizat in interpretare.



Exemple de imagini multispectrale (1)

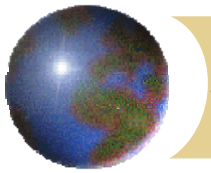
- Urmatoarele trei imagini arata cele trei benzi ale unei imagini multispectrale extrase dintr-o panorama multispectrala obtinuta cu platforma SPOT. Rezolutia la sol este de 20 m. Aria acoperita este aceeași ca în imaginea pancromatica anterioară. Se poate observa că atât banda XS1 (verde), cât și banda XS2 (rosie) apar aproape identice cu cea pancromatica de mai sus. Prin contrast, ariile cu vegetație apar luminoase în banda XS3 (IR apropiat), datorită reflectanței mai pronunțate a frunzelor în IR apropiat. Mai multe umbre gri se pot identifica în zona cu vegetație, corespunzător mai multor tipuri de vegetație. Masele de apă (raul și marea) apar întunecate în banda XS3 (IR apropiat).





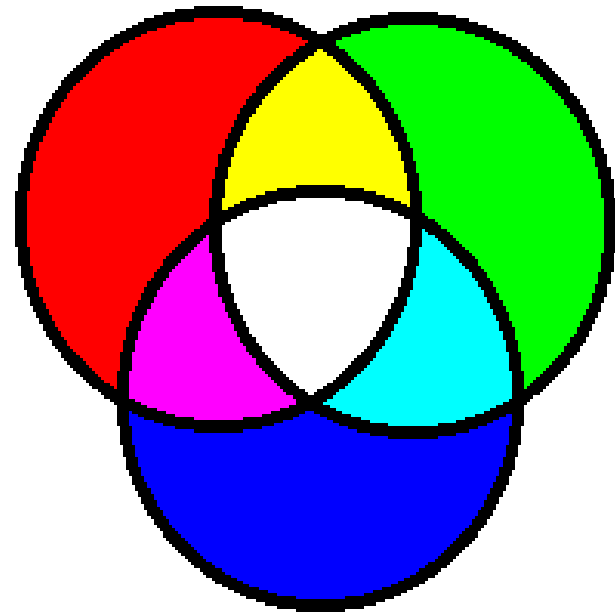
Exemple de imagini multispectrale (2)

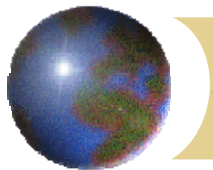




Imagini color-compuse

- Intr-o imagine color-compusa se folosesc trei culori fundamentale (rosu, verde si albastru). Cand aceste trei culori sunt combinate in proportii diferite, ele produc culori diverse in spectrul vizibil. Asociind fiecare banda spectrala (nu neaparat o banda vizibila) cate unei culori fundamentale, rezulta o imagine color-compusa.

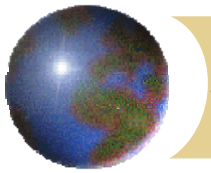




Imagini “True Color”

- Daca o imagine multispectrala consta dintr-o combinatie a celor trei culori elementare din vizibil (rosu, verde si albastru), atunci cele trei benzi pot fi combinate intr-o imagine "true colour", adica o imagine in culorile naturale. De exemplu, banda 3 (rosie), 2 (banda verde) si banda 1 (albastra) a unei imagini produsa de LANDSAT TM sau o imagine multispectrala IKONOS, pot fi asociate culorilor R, G, B pentru afisare. In acest fel, culorile imaginii color-compuse care rezulta este similara celei percepute de ochiul omenesc.





Imagini compuse din culori false (1)

- Asocierea culorii de afisare ale oricarei benzi ale unei imagini multispectrale se poate face in mod cu totul arbitrar. In acest caz, culoarea afisata a unei tinte nu are nici o asemanare cu culoarea sa reala. Ceea ce rezulta este o **imagine compusa din culori false**. Exista multe scheme posibile de a produce astfel de imagini. Unele pot fi mai potrivite pentru detectarea unor obiecte din imagine.
- O schema foarte obisnuita pentru compunerea unei imagini SPOT din culori false este urmatoarea:

R = XS3 (banda IR apropiat)

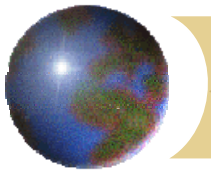
G = XS2 (banda rosie)

B = XS1 (banda verde)

Aceasta schema permite detectarea rapida a vegetatiei in imagine. Ea apare in diferite umbre de rosu, dupa tipul si starea plantelor.

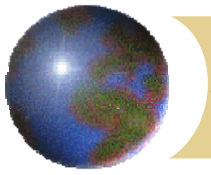
Apa limpede apare in albastru inchis, in timp ce apa cu sedimente apare turcoaz. Solurile libere, drumurile si cladirile pot sa apara in diferite umbre de albastru, galben sau cenusiu, depinzand de compozitia lor.





Imagini compuse din culori false (2)

- O alta schema obisnuita pentru formarea unei imagini optice, obtinute in IR scurt, in culori false este urmatoarea:
- **R = banda IR scurt (SPOT4 banda 4, Landsat TM banda 5)**
G = banda IR apropiat (SPOT4 banda 3, Landsat TM banda 4)
B = banda rosie (SPOT4 banda 2, Landsat TM banda 3)
- Un exemplu de afisare in aceasta schema este aratat in urmatoarea figura, pentru o imagine obtinuta cu SPOT 4.

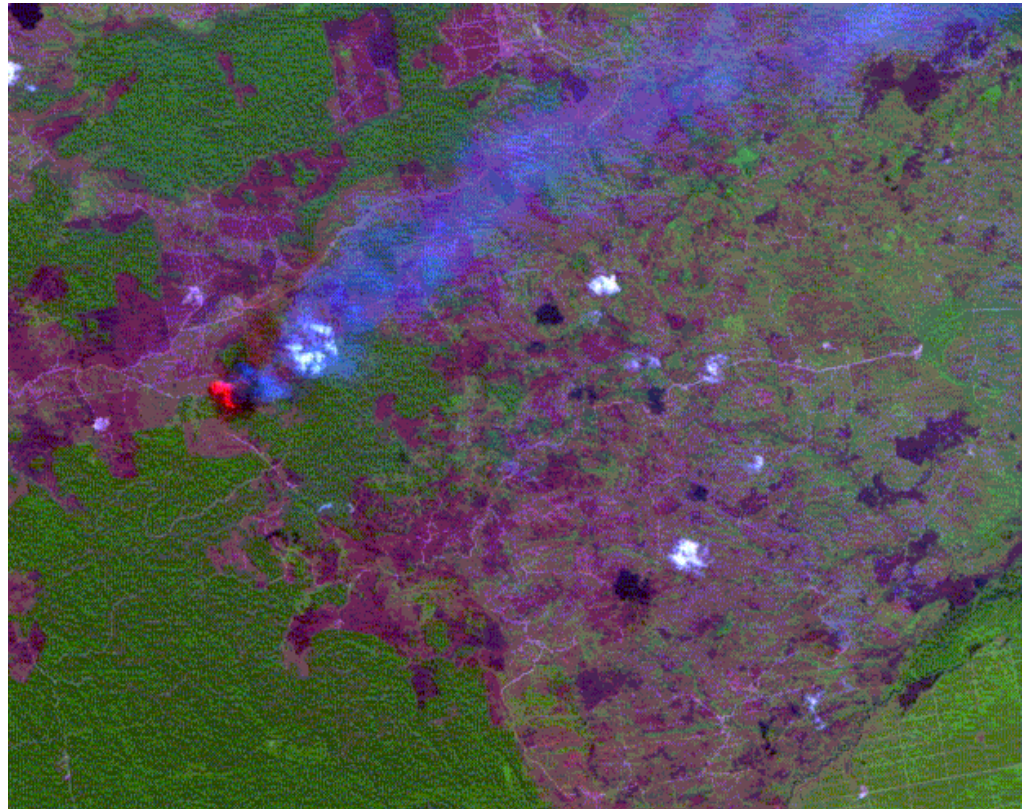


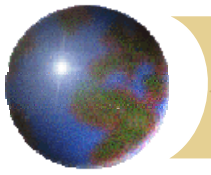
Imagini compuse din culori false (3)

In aceasta schema, vegetatia apare in umbre de verde. Solurile libere apar in culoare mov sau indigo.

Portiunea de culoare rosu aprins din partea stanga corespunde unor incendii deschise.

Pana de fum provenita din locul incendiului apare in albastru difuz.



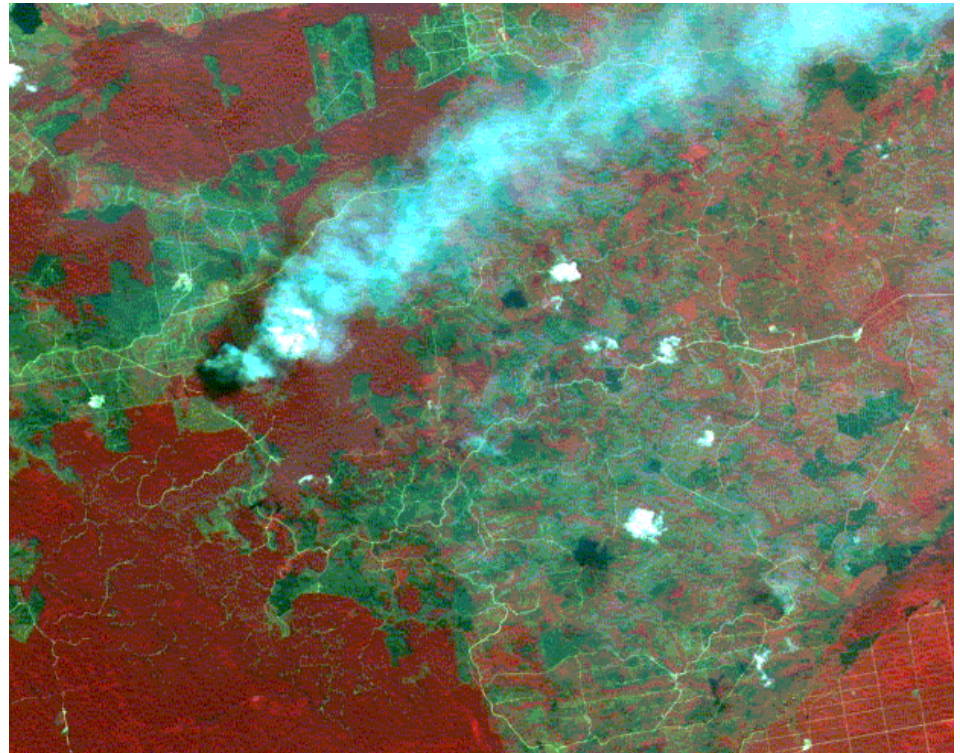


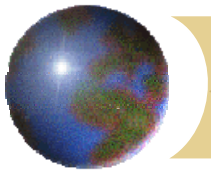
Imagini compuse din culori false (4)

- Aceeasi imagine multispectrala obtinuta cu SPOT 4 se poate compune si fara afisarea benzii IR scurt:
Rosu: banda IR apropiat,
Verde: banda rosie,
Albastru: banda verde.

Vegetatia apare in umbre de rosu.

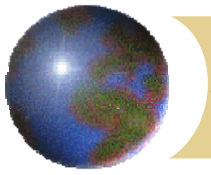
Pana de fum apare acum mai stralucitoare, in albastriu-pal.





Imagini compuse din culori naturale (1)

In cazul in care imaginii optice ii lipseste una sau mai multe din cele trei benzi ale culorilor fundamentale (rosu, verde si albastru), benzile spectrale (dintre care unele pot sa nu fie in vizibil) se pot combina in asa fel incat imaginea afisata sa apara ca o fotografie in culori vizibile, adica vegetatia in verde, apa cu albastru, solul in maron sau gris etc. In multe referinte astfel de imagini sunt catalogate ca si compozitii "**true color**". In realitate, acest termen produce confuzie, intrucat, in multe cazuri, culorile sunt numai simulate in asa fel incat sa arate similar cu cele adevarate ale tintelor. Din acest motiv, se prefera termenul de "culori naturale".



Imagini compuse din culori naturale (2)

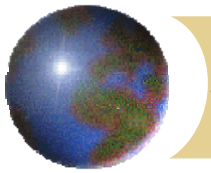
- Senzorul multispectral HRV al platformei SPOT nu are o banda albastra. Cele trei benzi XS1, XS2 si XS3 corespund, respectiv, benzilor verde, rosu si IR apropiat. Totusi, o compozitie naturala rezonabila de culori se poate obtine prin urmatoarea combinatie de benzi spectrale:

$$\text{Rosu} = \text{XS2}$$

$$\text{Verde} = (3 \text{ XS1} + \text{XS3})/4$$

$$\text{Albastru} = (3 \text{ XS1} - \text{XS3})/4$$





Indicii de vegetatie (1)

- Diferite benzi ale unei imagini multispectrale pot fi combinate pentru a accentua ariile cu vegetatie. O astfel de combinatie este raportul dintre banda IR apropiat si banda rosie. Acest raport este cunoscut sub numele de raport al indicelui de vegetatie (**Ratio Vegetation Index (RVI)**)

$$\text{RVI} = \text{NIR}/\text{Red}$$

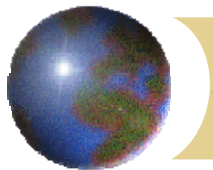
- Cum vegetatia are reflectanta buna in IR apropiat, dar joasa in domeniul rosu, ariile respective vor produce valori mari ale RVI in comparatie cu ariile fara vegetatie. Un alt indice de vegetatie folosit este indicele diferentei normate a vegetatiei (**Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)**), calculat cu relatia:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Rosu})/(\text{NIR} + \text{Rosu})$$

- In figura NDVI alaturata, zonele luminoase sunt acoperite de vegetatie, iar celelalte zone (cladiri, rau, mare) sunt in general intunecate. Se observa clar copacii aliniati de-a lungul drumurilor, in contrast cu fondul intunecat.



NDVI derivat din imaginea SPOT de mai inainte.



Indicii de vegetatie (2)

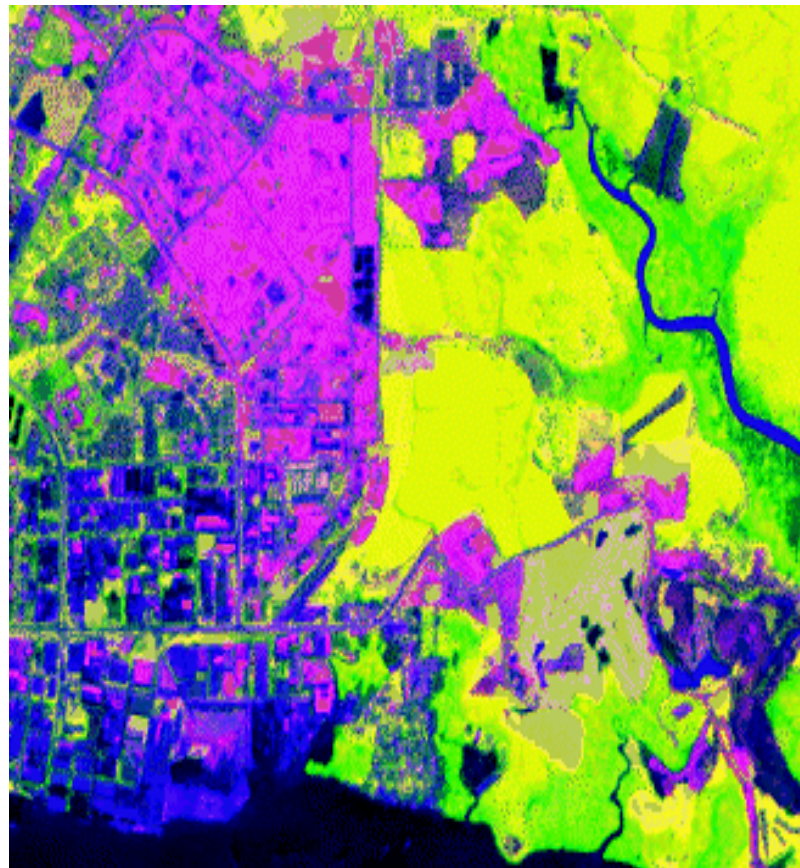
- Banda NDVI se poate combina de asemenea cu alte benzi ale imaginii multispectrale formandu-se o imagine color-compusa care ajuta la deosebirea diferitelor tipuri de vegetatie (figura alaturata). In aceasta imagine afisarea culorilor este facuta conform urmatoarei scheme:

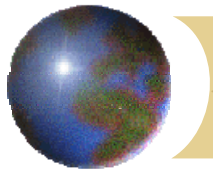
R = XS3 (Banda IR apropiat)

V = (XS3 - XS2)/(XS3 + XS2) (banda NDVI)

A = XS1 (banda verde)

Cel puțin trei tipuri de vegetatie se pot deosebi in aceasta imagine: zonele cu verde, galben si galben-auriu. Zonele verzi constau din copaci desi. Zonele in galben sunt acoperite cu arbusti sau copaci mai rari, iar cele cu galben-auriu sunt acoperite cu iarba. Ariile fara vegetatie apar in albastru inchis sau indigo.

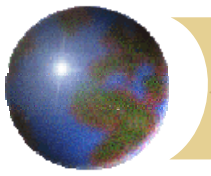




Informatia texturala

- Textura este un ajutor important in interpretarea imaginilor vizuale, mai ales in imageria spatiala de inalta rezolutie. Este posibil sa se caracterizeze aspectele texturale si numeric, folosind algoritmi de discriminare a diferitelor texturi.
- Imaginea alaturata, cu rezolutia de 1 m este obtinuta cu IKONOS si reprezinta o plantatie de palmieri. Largimea zonei este de 300 m. Chiar daca domina culoarea verde, se pot identifica trei tipuri distincte de acoperiri ale solului folosind textura imaginii. Portiunea triunghiulara din stanga, coltul de jos, este plantatia cu palmieri maturi. Sunt vizibili pomii individuali. Textura predominanta este formatiunea regulata formata din trei coroane. In coltul din dreapta-jos culoarea este mai omogena, indicand probabil un camp deschis cu iarba marunta.

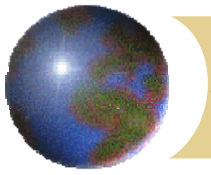




Informatia geometrica si contextuala (1)

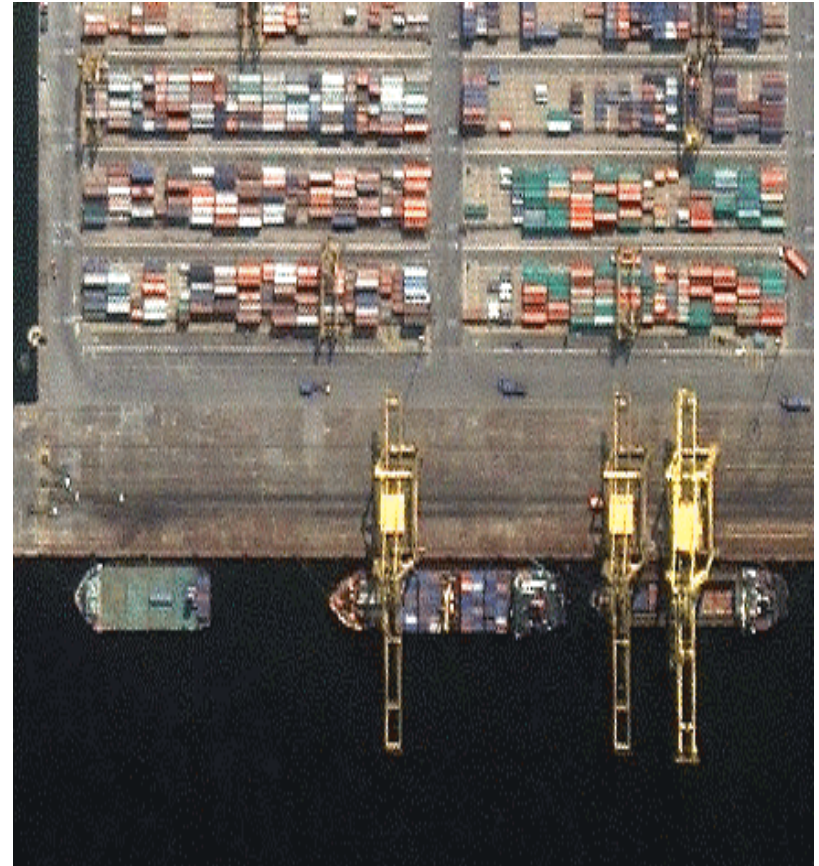
- Folosind aspecte geometrice si contextuale pentru interpretarea imaginilor necesita anumite informatii preliminare despre zona de interes. “Cheile de interpretare” folosite in mod obisnuit sunt: forma, marimea, structura, locatia si asocierea cu alte aspecte familiare.
- Informatia contextuala si geometrica joaca un rol important in interpretarea imageriei de foarte mare rezolutie. Aspecte familiare vizibile in figura alaturata, cum ar fi cladirile, copacii de pe marginea drumului, drumul si vehiculele pot facilita mult interpretarea imaginii.

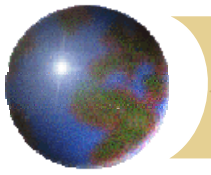




Informatia geometrica si contextuala (2)

- Aceasta este o imagine produsa de IKONOS a unui port de containere, pusa in evidenta de prezenta vapoarelor, macaralelor si a sirurilor ordonate de containere dreptunghiulare. Portul probabil ca nu opereaza la capacitate maxima, intrucat se pot vedea spatii libere printre containere.





Informatia geometrica si contextuala (3)

- Aceasta imagine obtinuta cu SPOT arata o plantatie de palmieri din Riau, Sumatra. Aria imaginii este 8.6 km x 6.4 km. Reteaua rectangulara observata aici este principala caracteristica a unei mari plantatii in aceasta regiune.

