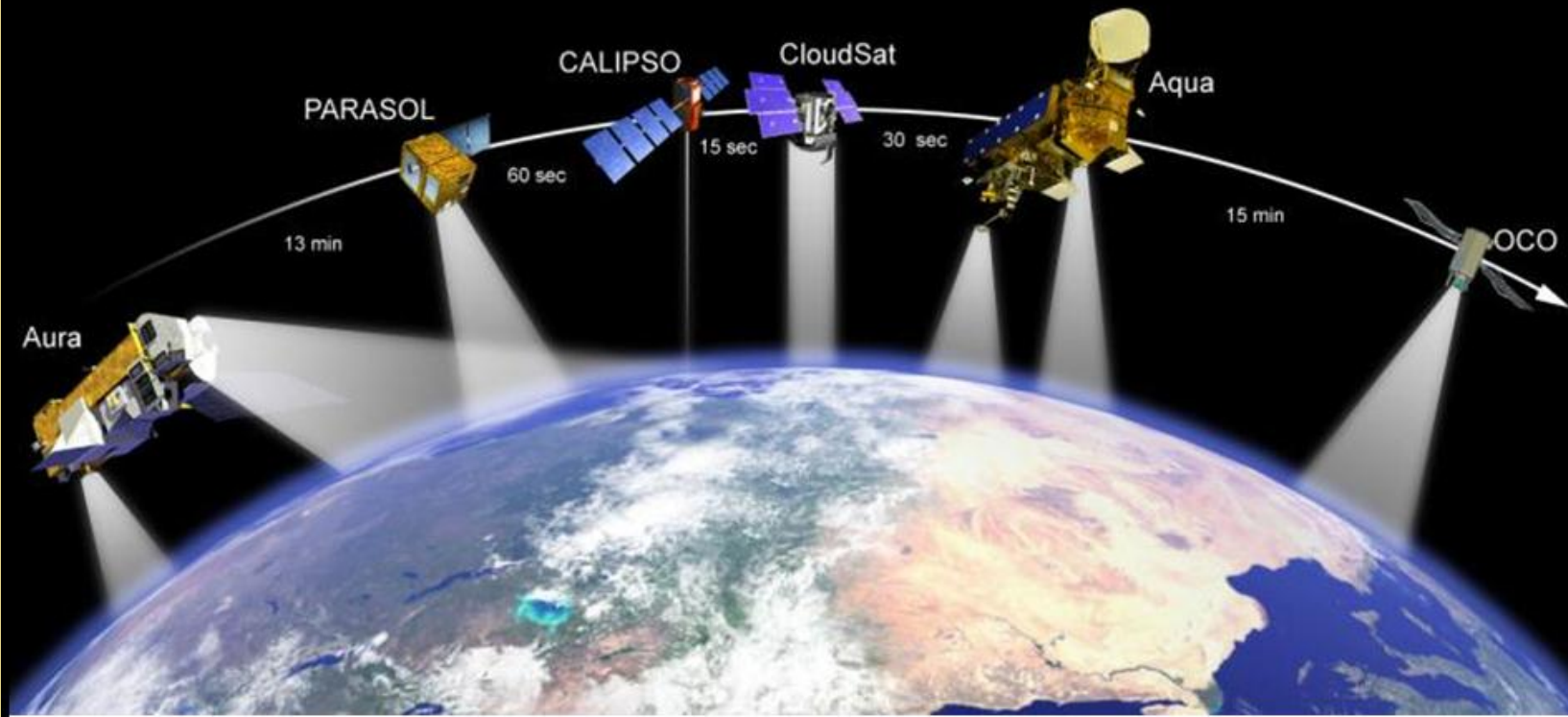


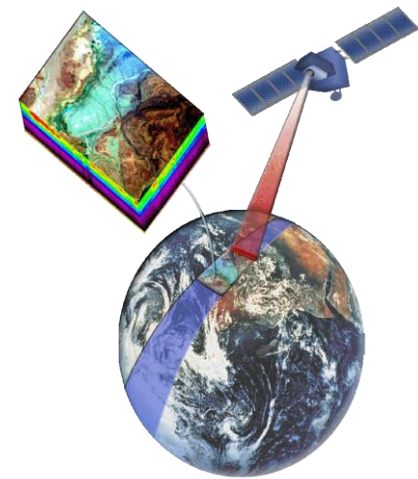
Zastosowanie zobrażeń satelitarnych do pozyskiwania informacji o środowisku

Bogdan Zagajewski, Anna Jarocińska, Adrian Ochtyra, Adriana Marcinkowska-Ochtyra, Marlena Kycko, Małgorzata Krówczyńska, Edwin Raczko, Karolina Orłowska, Ewa Wilk

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

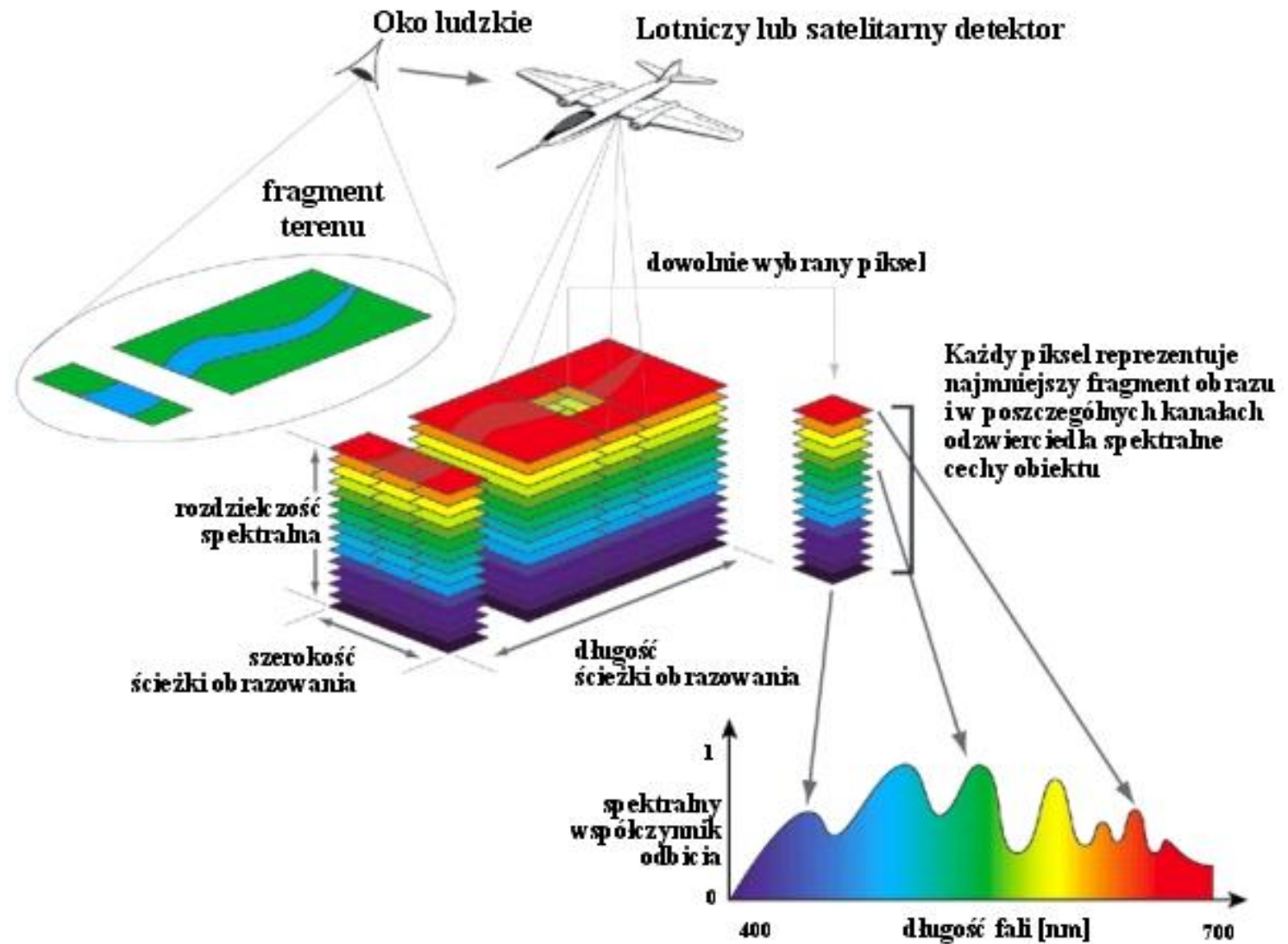


Plan wystąpienia

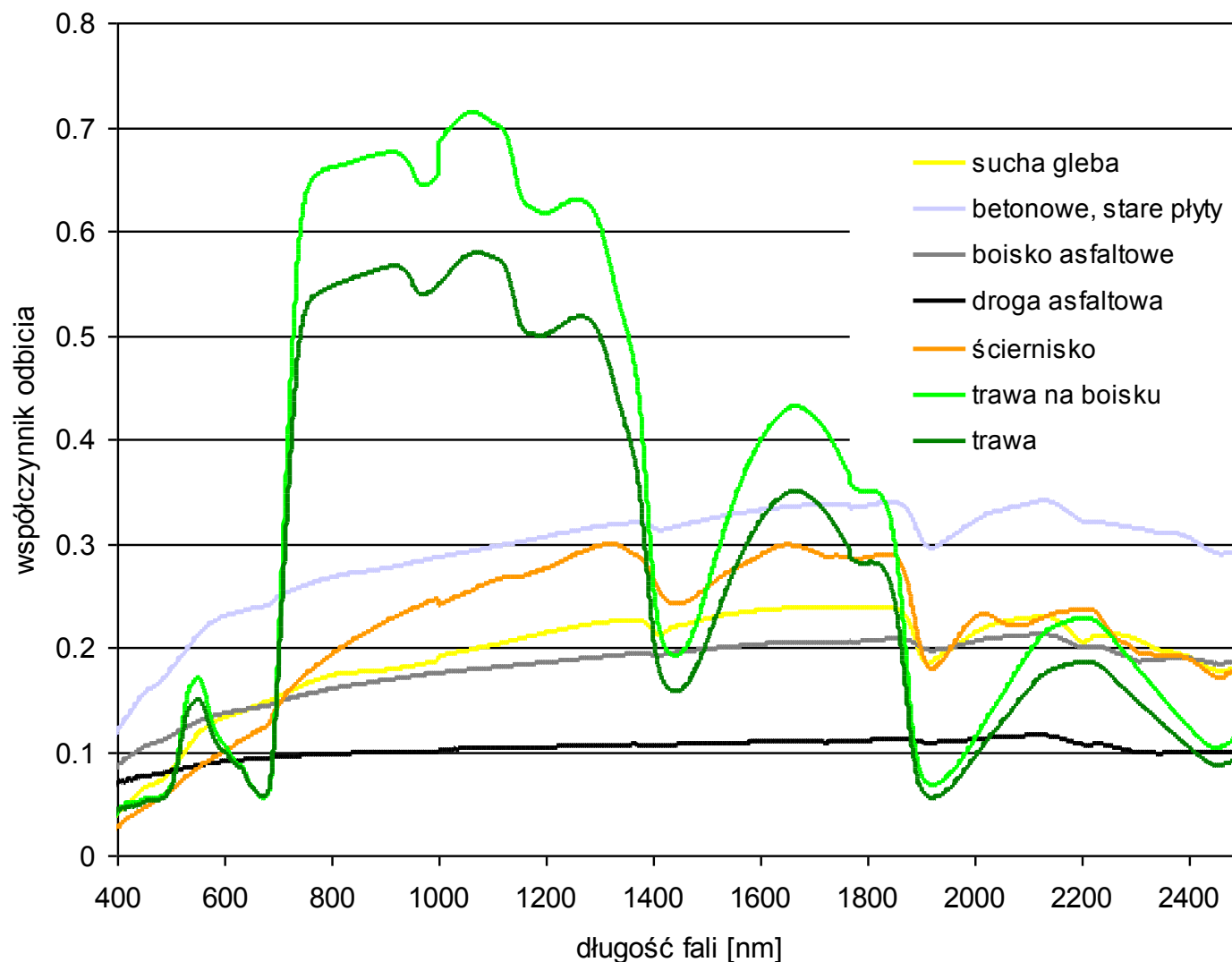


- **Podstawy badań teledetekcyjnych:**
 - podstawowe pojęcia
 - wskaźniki teledetekcyjne,
- **zastosowania teledetekcji w monitoringu:**
 - atmosfery,
 - hydrosfery,
 - biosfery,
 - pokrycia i użytkowania terenu,
 - katastrof.

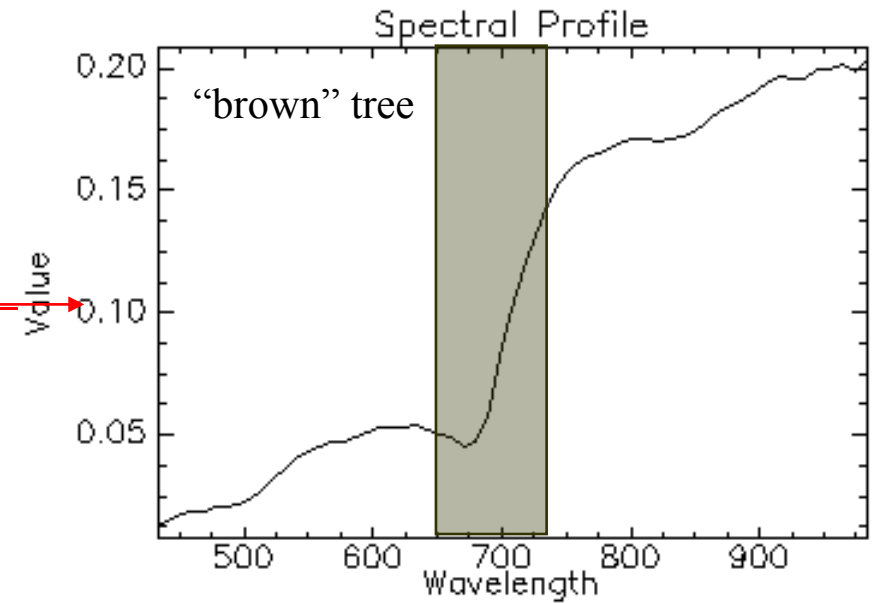
Koncepcja badań teledetekcyjnych



Charakterystyki spektralne

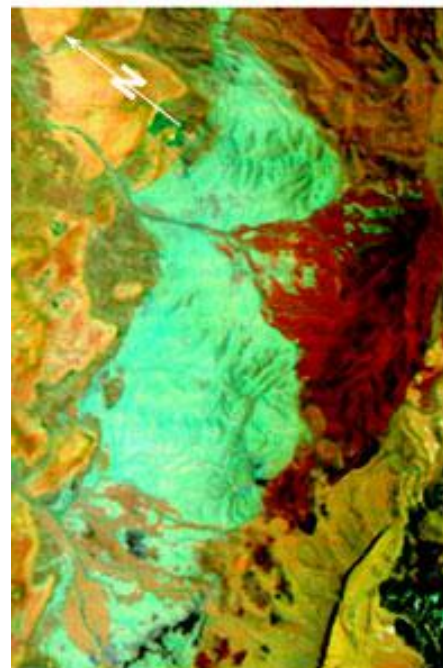
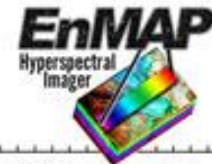


Przykład: *Stan roślinności, a charakterystyka spektralna*

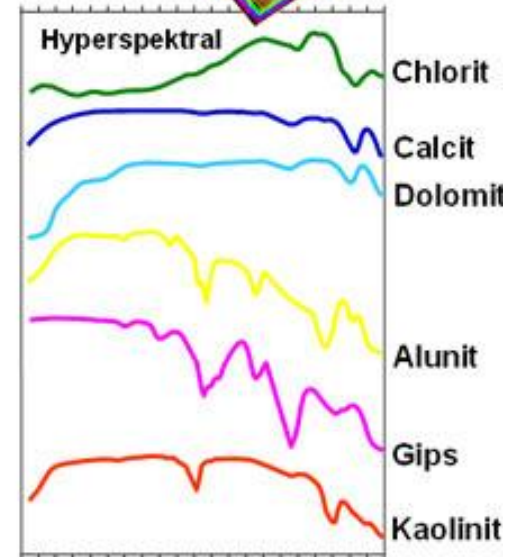
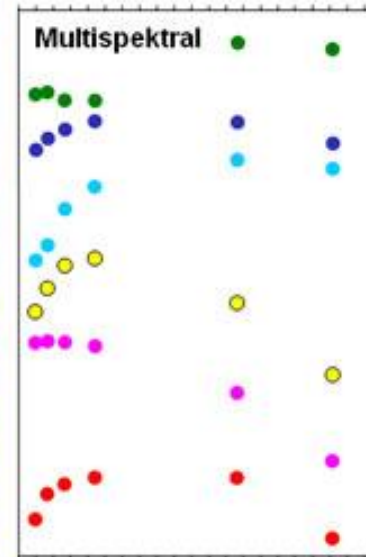


Dane wielo-, hiperspektralne - definicja

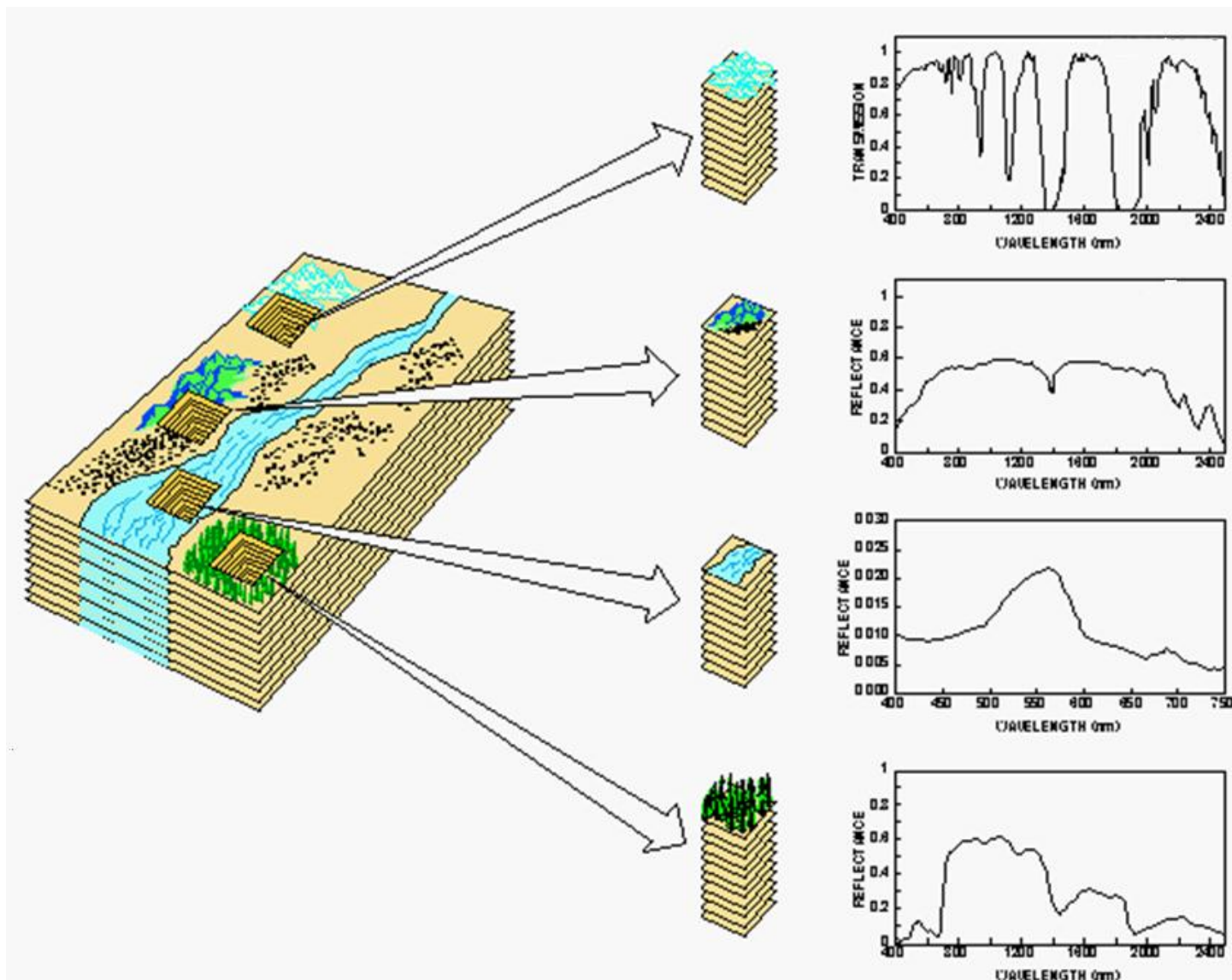
- **dane wielospektralne** - dane, które operują liczbą kanałów mniejszą niż 20, a ich rozdzielczość spektralna wynosi kilkadziesiąt nanometrów (Goetz i inni, 1985),
- **dane hiperspektralne** - dane teledetekcyjne obejmujące ponad 40 kanałów spektralnie ciągłych o szerokości połówkowej filtru 10 - 20 nm (Goetz i inni, 1985).



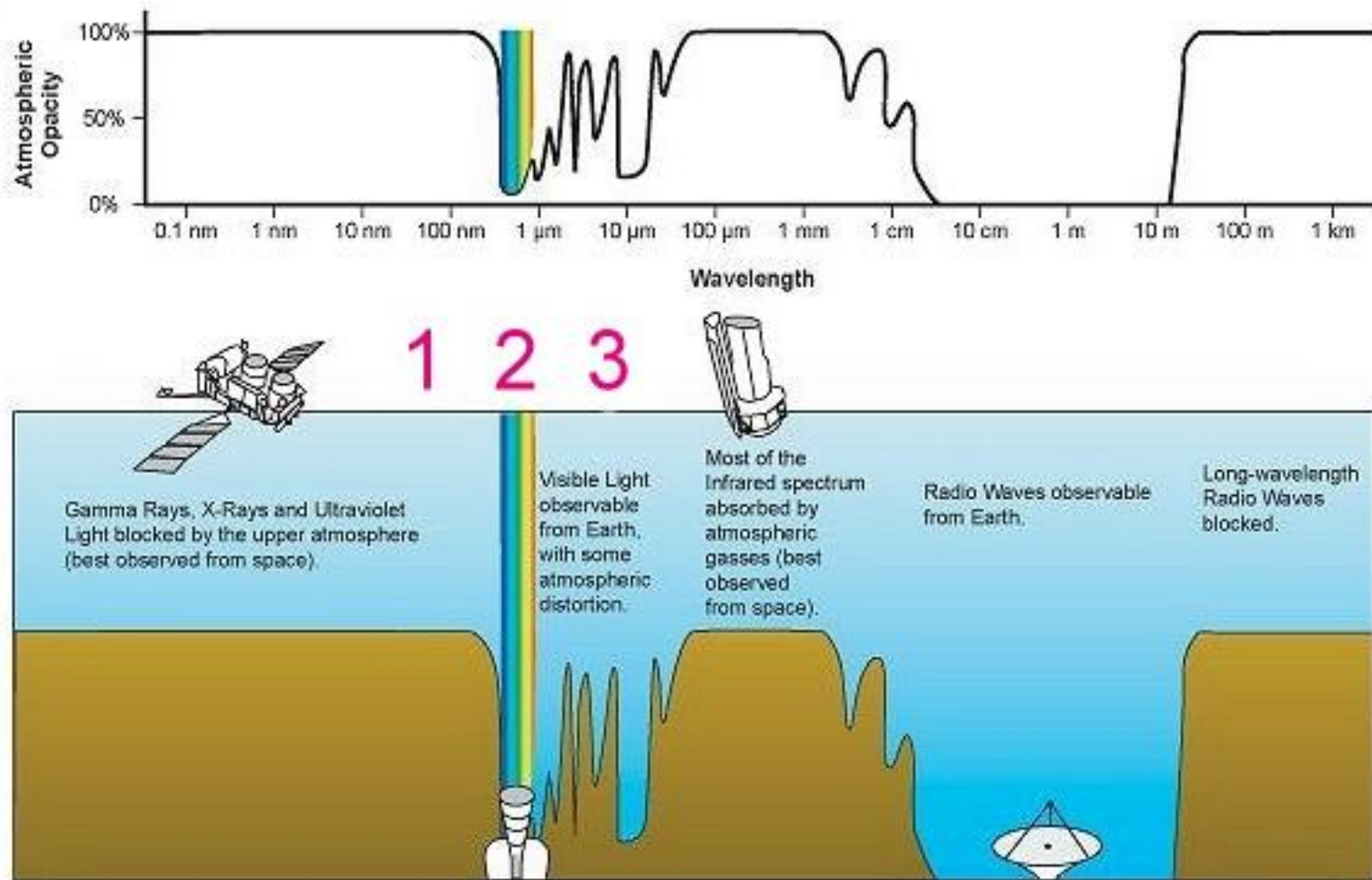
Makhtesh Ramon/Israel
Farbdarstellung der Bänder 1, 20, 48



Idea badań wielo-, hiperspektralnych



Zakresy promieniowania elektromagnetycznego wykorzystywanego w teledetekcji



Zakresy absorpcji minerałów

Materials of Interest	Absorption Bands [nm]	Number of varieties used from JPL library
Clay minerals		
Kaolinite	2160, 2200 (double feature)	2
Muscovite	2192 (2196), 2356, 2440	3
Illite	2216, 2340	1
Dickite	2176, 2384	1
Montmorillonite	2204 (2208)	2
Pyrophyllite	2164, 2320, 2076	3
Sulfates		
Gypsum	992, 1204, 1744, 2212, 2260	3
Alunite	1000, 1264, 1336, 1760, 2160, 2316	3
Carbonates		
Calcite	2332, 2152	9
Dolomite	2308, 2136	6
Magnesite	2300	3
Micas + Alteration		
Chlorite	2112, 2260, 2328, 2352	9
Epidote	2252, 2332 (double feature)	6

Zakresy spektrum do analiz roślinności

Długość fali (nm)	Zastosowanie	Źródło informacji
439	analiza absorpcji neoksantyny (ksantofil)	Ruban i inni, 1993
443	analiza absorpcji wiolaksantyny (ksantofil)	Ruban i inni, 1993
445	analiza absorpcji luteiny (ksantofil)	Ruban i inni, 1993
446	analiza absorpcji a-karotenu	Ruban i inni, 1993
463	analiza absorpcji b-karotenu	Ruban i inni, 1993
470	analiza absorpcji karotenoidów ogółem	Ruban i inni, 1993
530-630	analiza zawartości chlorofilu	Gitelson, Merzlyak, 1997
531	analiza cyklu ksantofili i procesy absorpcji energii przez tylakoidy: <i>Photochemical Reflectance Index</i>	Barton, North, 2001
540	analiza zawartości chlorofilu	Gitelson, Merzlyak, 1997
550	analiza zawartości chlorofilu, zakres do analiz chlorozy	Gitelson, Merzlyak, 1997
555	normalizacja efektu wpływu atmosfery analiza AVI (<i>Angular Vegetation Index</i>)	Plummer i inni, 1994; North, 2002
570	analiza cyklu ksantofili (podobnie jak zakres 531 nm) wrażliwy na zawartość chlorofilu	Barton, North, 2001; Gitelson, Merzlyak, 1997
650	analiza chloroz	Adams i inni, 1999
663,2	analiza absorpcji chlorofilu <i>a</i>	Lichtenthaler, Wellburn, 1983
646,8	analiza absorpcji chlorofilu <i>b</i>	Lichtenthaler, Wellburn, 1983
670	normalizacja efektu glebowego i analizy AVI, kanał do analiz niewielkich ilości chlorofilu	Plummer i inni, 1994; Gitelson, Merzlyak, 1997
680	analiza zawartości chlorofilu	Datt, 1999
695	analiza stresu roślinnego PSI (760/695 nm)	Carter, 1994

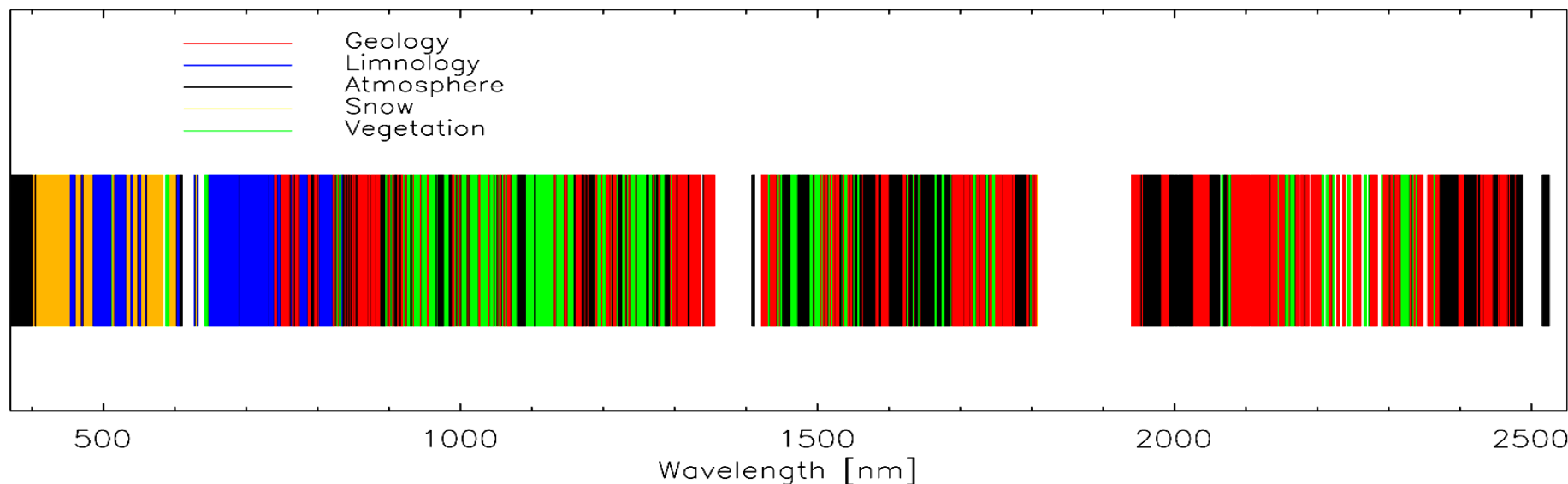
Zakresy spektrum do analiz roślinności

Długość fali (nm)	Zastosowanie	Źródło informacji
697-713	analiza konarów drzew liściastych	Cochrane, 2002
690	analiza zawartości chlorofilu	Gitelson, Merzlyak, 1997
696-733	analiza drzew liściastych	Cochrane, 2000
700	analiza zawartości chlorofilu	Gitelson, Merzlyak, 1997
703, 704	analiza stresu roślin (red edge inflection)	Shaw i inni, 1998; Datt, 1999
710	analiza zawartości chlorofilu	Gitelson, Merzlyak, 1997
719	analiza stresu roślin (red edge inflection)	Shaw i inni, 1998
750, 754	analiza stresu roślin (red edge inflection)	Datt, 1999
760/695	analiza stresu roślin <i>Plant Stress Index</i>	Carter, 1994
842-950	analiza drzew liściastych	Cochrane, 2001
850	analiza zawartości chlorofilu	Datt, 1999
870	normalizacja efektu glebowego, analiza AVI	Plummer i inni, 1994;
900	analiza turgoru roślin (zawartość wody)	Fourty, Baret, 1998
970	analiza absorpcji wody w liściach	Aldakheel, Danson, 1997
1240	analiza turgoru roślin iglastych	Dawson i inni, 1998
1380	analiza turgoru roślin (zawartość wody)	Fourty, Baret, 1998
1450	analiza absorpcji wody w liściach	Aldakheel, Danson, 1997
1510	analiza absorpcji białek i związków azotu w drzewach	Dawson i inni, 1998
1630	normalizacja frakcji absorbowanej energii z zakresu fotosyntezy (fAPAR)	Plummer i inni, 1994; North, 2002
1650-1850	analiza zawartości wody w zbożach	Tian i inni, 2001

Zakresy spektrum do analiz roślinności

Długość fali (nm)	Zastosowanie	Źródło informacji
1720	analiza zawartości ligniny i celulozy	Dawson i inni, 1998
1730	analiza suchych liści, absorpcja węglowodorów	Datt, 2000; Hoerig i inni, 2001
1870	analiza zawartości suchej masy	Fourty, Baret, 1998
1910	analiza turgoru roślin (zawartość wody)	Fourty, Baret, 1998
2160	analiza zawartości suchej masy	Fourty, Baret, 1998
2180	analiza absorpcji białek i związków azotu	Dawson i inni, 1998
2310	analiza suchych liści, absorpcja węglowodorów	Hoerig i inni, 2001; Fourty, Baret, 1998

Driver Application

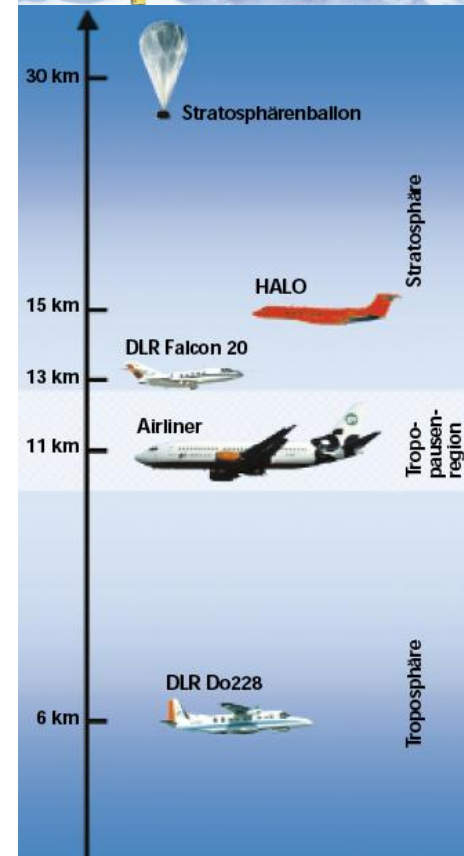
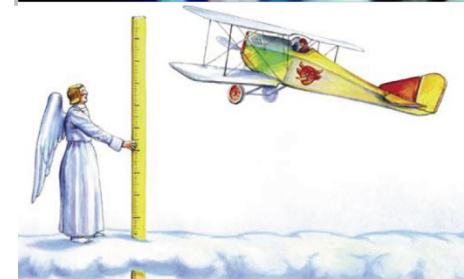


Teledetekcyjne wskaźniki roślinności

- **Broadband Greenness** - najprostsze, mierzące ogólną wielkość wegetacji oraz wigor roślin, np. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI),
- **Narrowband Greenness** - wrażliwe na koncentrację chlorofilu, powierzchnię, zwartość liści oraz struktury komórkowe, np. *Red Edge Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI₇₀₅), *Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index* (mNDVI₇₀₅),
- **Light Use Efficiency** - przeznaczone do pomiarów ilości promieniowania na potrzeby fotosyntezy, np. *Structural Independent Pigment Index* (SIPI),
- **Canopy Nitrogen** - mierzy zawartość związków azotu, np. *Normalized Difference Nitrogen Index*,
- **Dry or Senescent Carbon** - szacują ilość węgla poprzez analizę ligniny i celulozy w suchej masie, np. *Cellulose Absorption Index* (CAI), *Plant Senescence Reflectance Index* (PSRI),
- **Leaf pigments** - mierzą zawartość barwników fotosyntetycznie czynnych, np. *Optical index for chlorophyll estimation ANMB₆₅₀₋₇₂₅*, *Anthocyanin Reflectance Index*,
- **Canopy Water Content** - określają zawartość wody w pokrywie roślinnej, np. *Normalized Difference Water Index* (NDWI), *Water Band Index* (WBI), *Moisture Stress Index* (MSI), *Normalized Difference Infrared Index* (NDII).

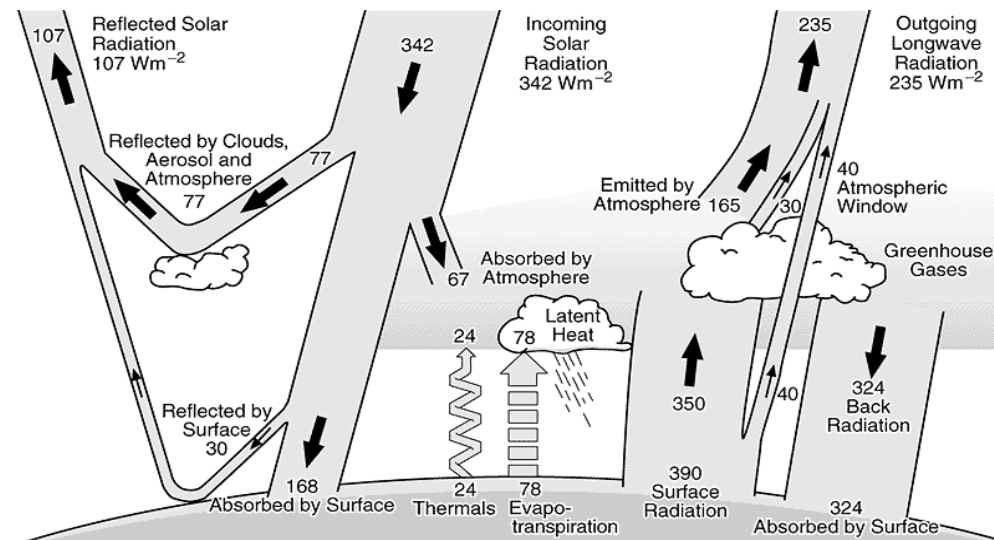
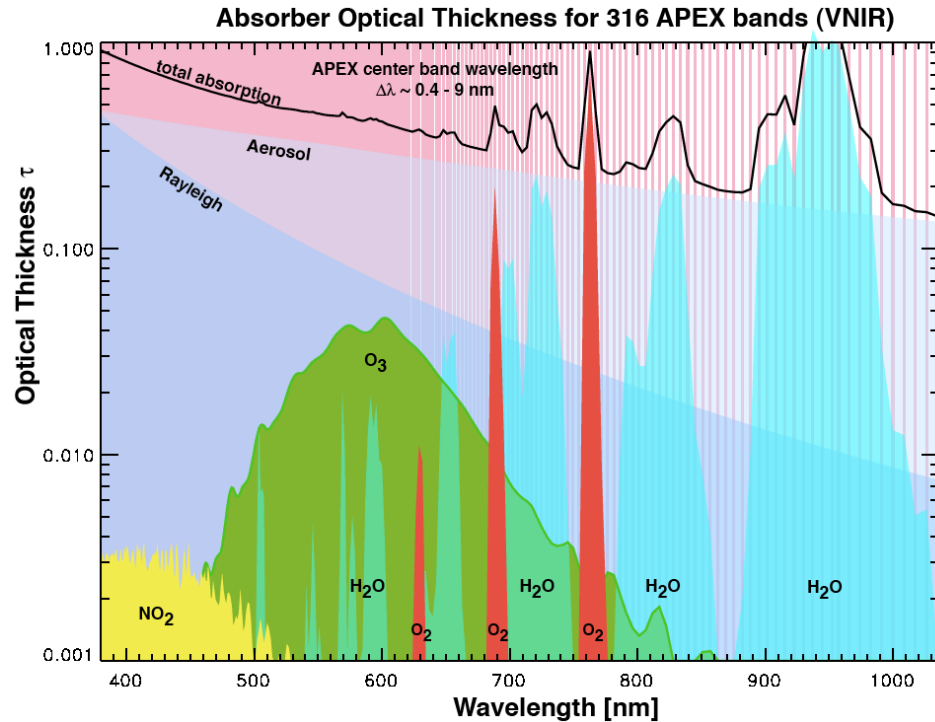
Poziomy pozyskiwania danych teledetekcyjnych

- pomiary terenowe,
- wysięgniki,
- poziom lotniczy,
- misje suborbitalne,
- orbity okołobiegunowe,
- orbity geostacjonarne.

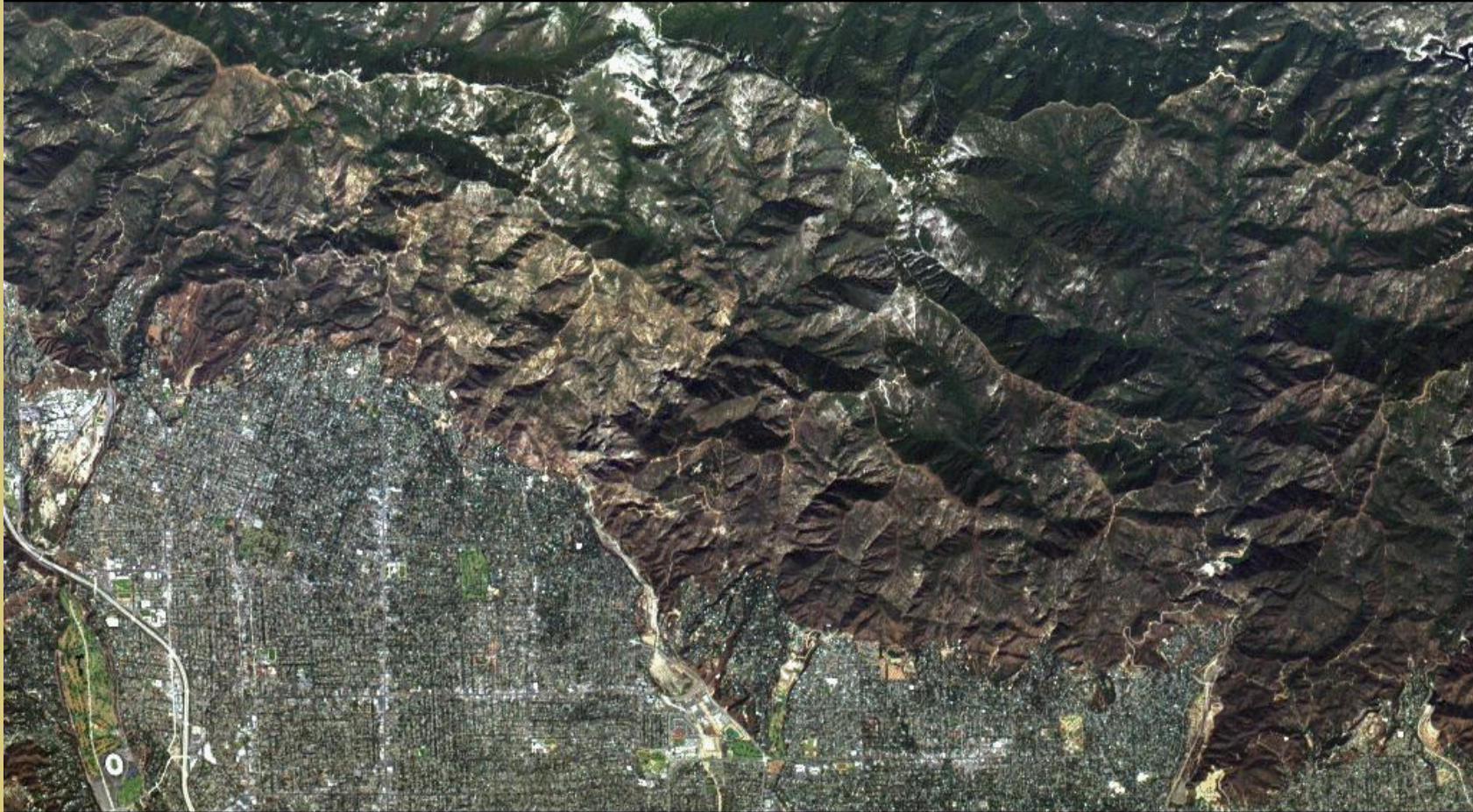


Zastosowania teledekacji w monitoringu atmosfery

- rozmieszczenie i właściwości chmur,
- strumienie energii, bilans cieplny
- chemizm troposfery,
- rozmieszczenie i właściwości aerozoli,
- termika,
- wilgotność,
- albedo.



Altadena and San Gabriel Mountains



True Color Image

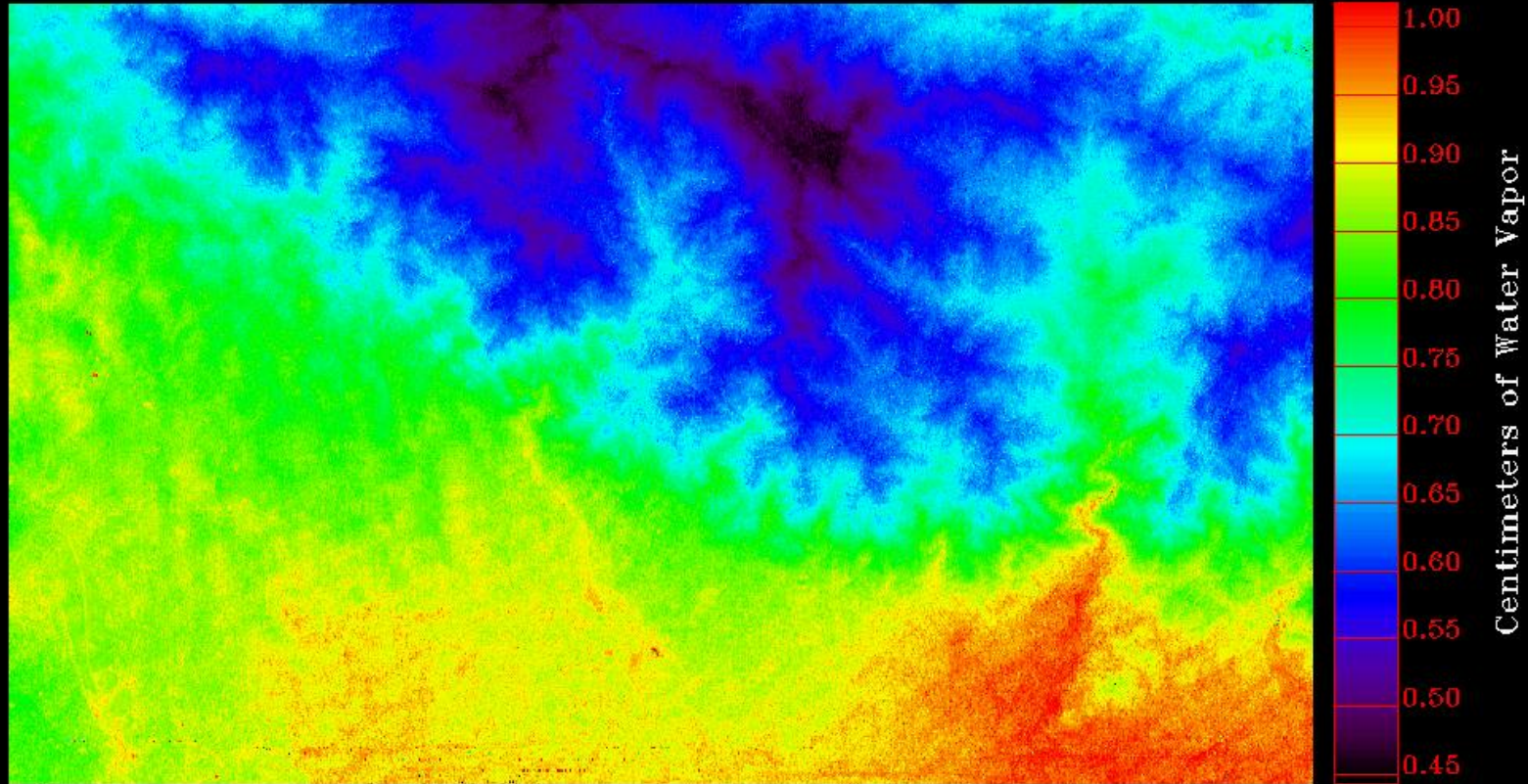
NASA/JPL

AVIRIS 27 September 1993

Altadena i Pasadena, CA oraz San Gabriel Mountains.
Zobrazowanie RGB w barwach rzeczywistych 27-09-1993

Altadena and San Gabriel Mountains Water Vapor Map

AVIRIS 27 September 1993

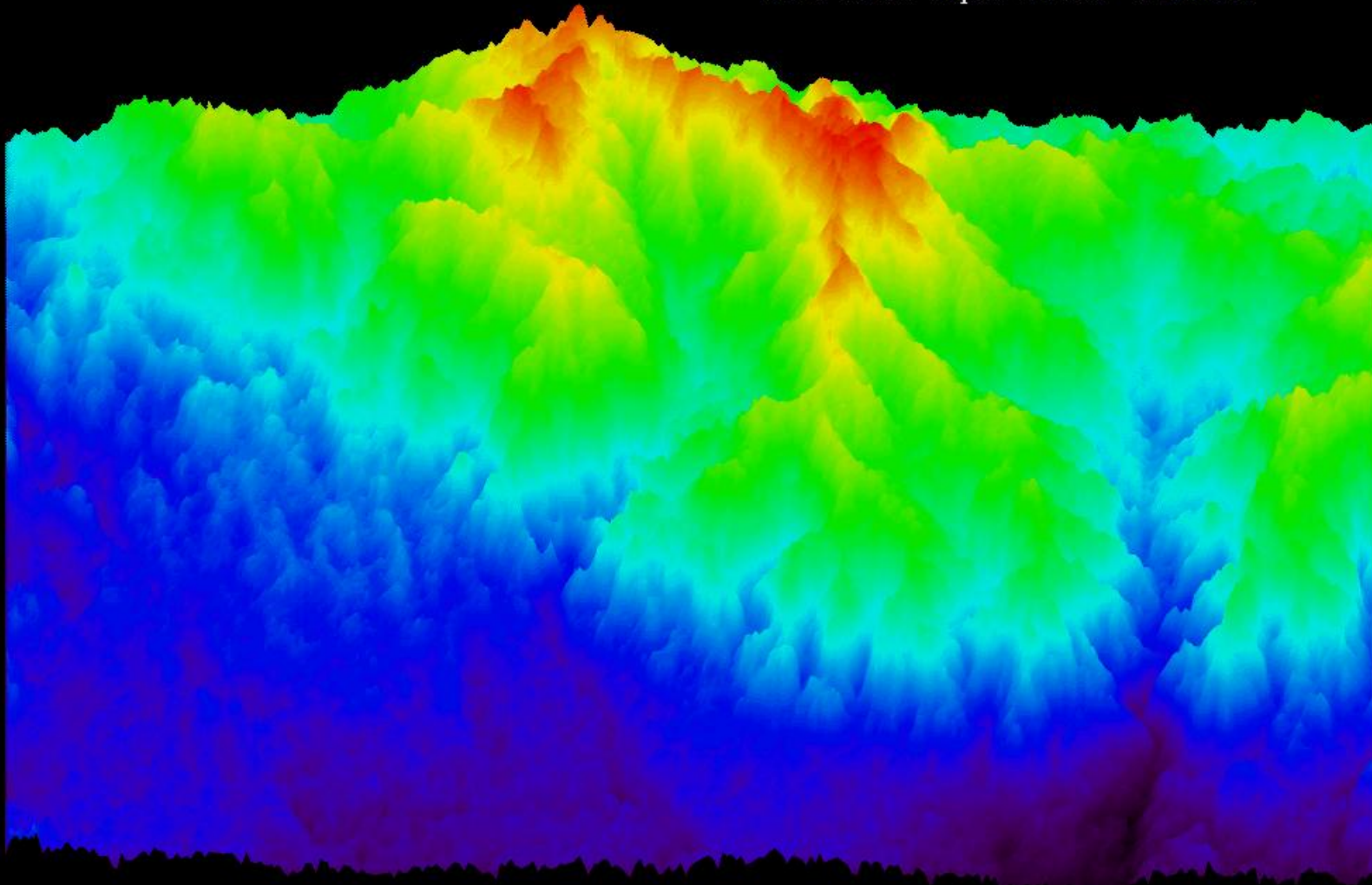


NASA/JPL

Analiza kanałów, w których zachodzi absorpcja promieniowania elektromagnetycznego przez parę wodną umożliwia stworzenie map zawartości pary wodnej nad terenem obrazowania.

Altadena and San Gabriel Mountains

NLSF Water Vapor Pseudo-elevation



NASA / JPL

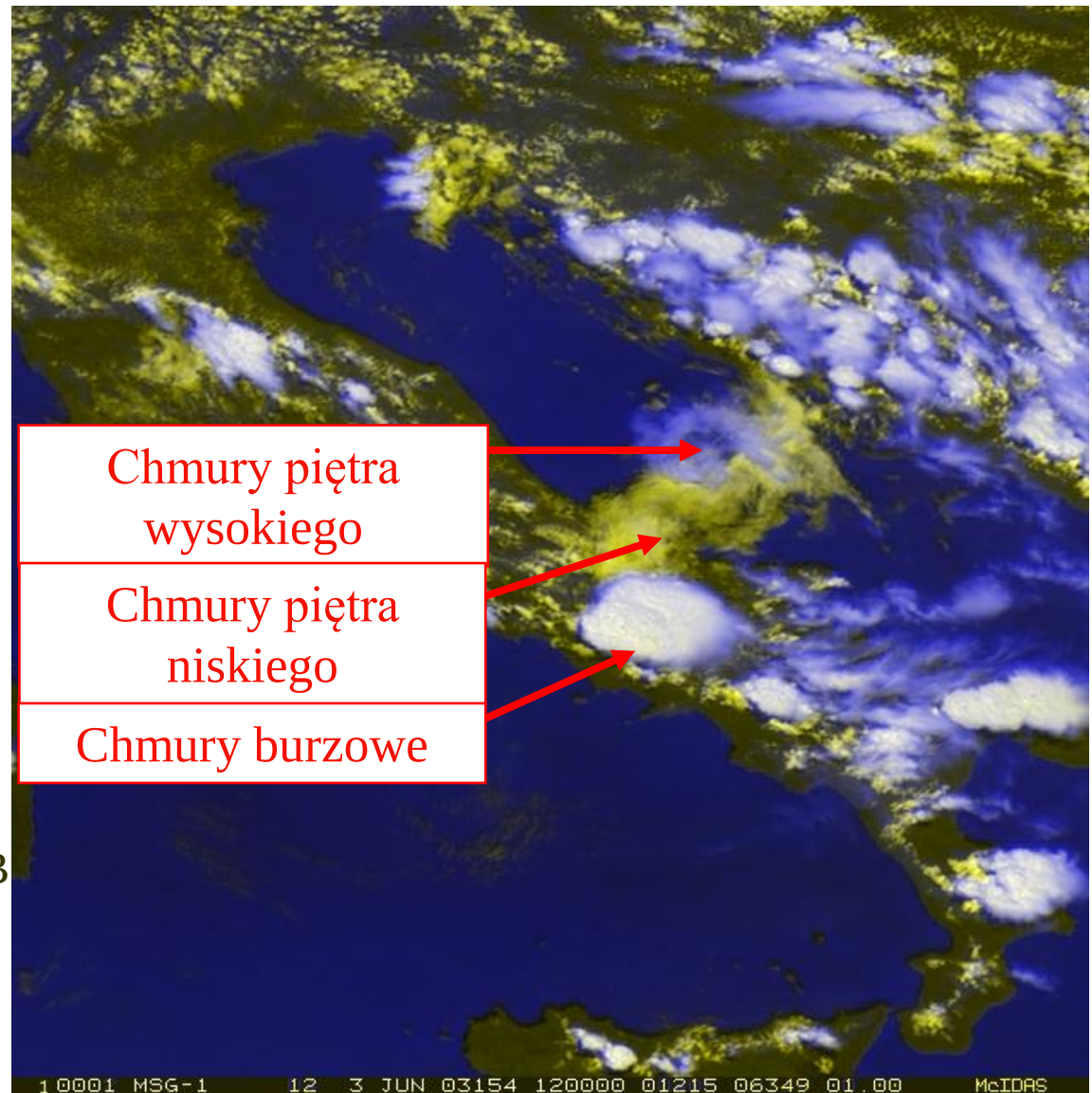
AVIRIS 27 September 1993

Mapa zawartości pary wodnej odzwierciedla rzeźbę terenu, gdyż na wyższych wysokościach występuje mniejsza miąższość atmosfery, a tym samym mniejsza zawartość pary wodnej.

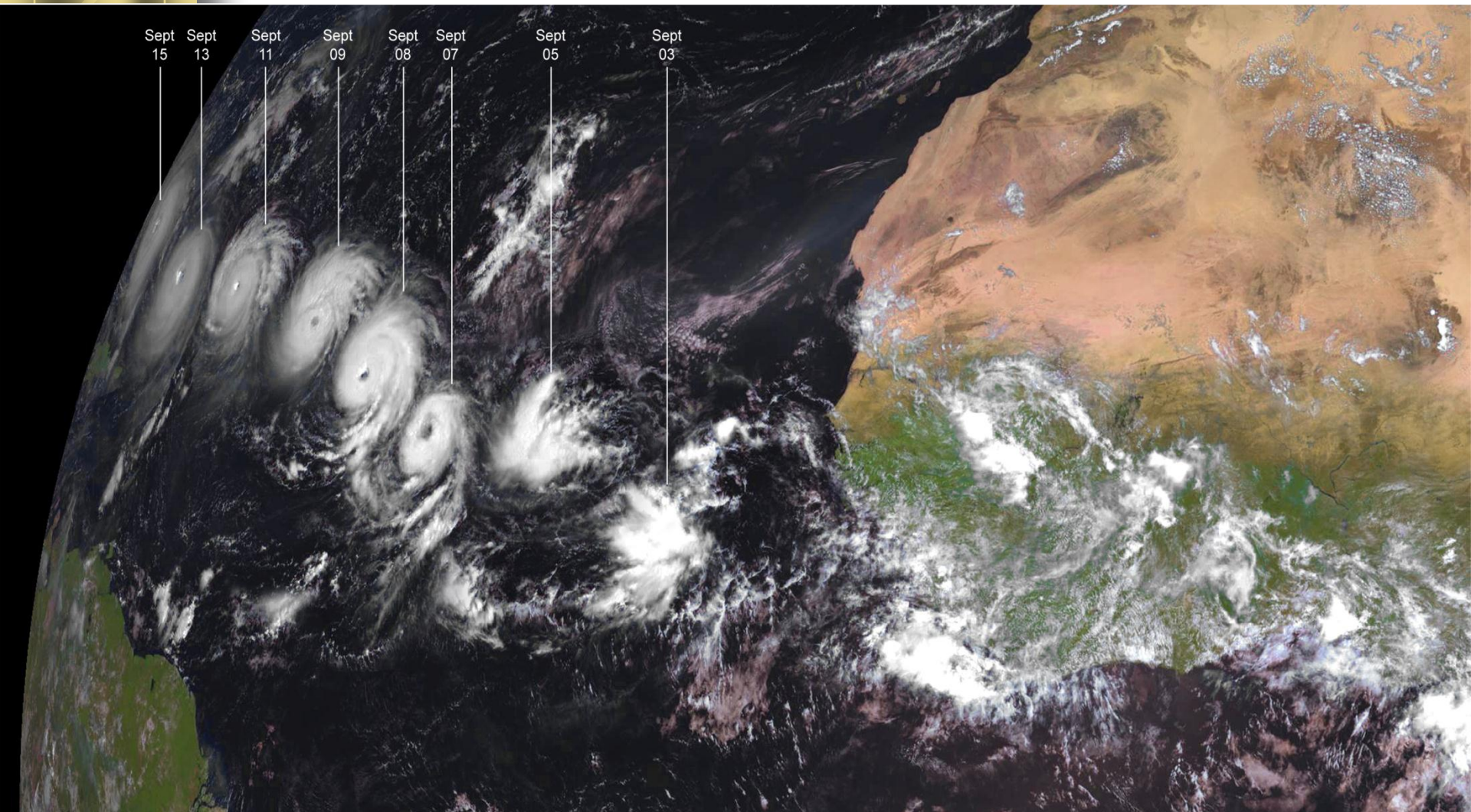
Mt. Lowe (po lewej stronie) oraz Mt. Wilson (po prawej), w środku Eaton Canyon.

Monitorowanie drobnoskalowych struktur chmurowych

MSG-1
3 czerwiec 2003
12:00 UTC
Kompozycja RGB
R = HRV
G = HRV
B = IR



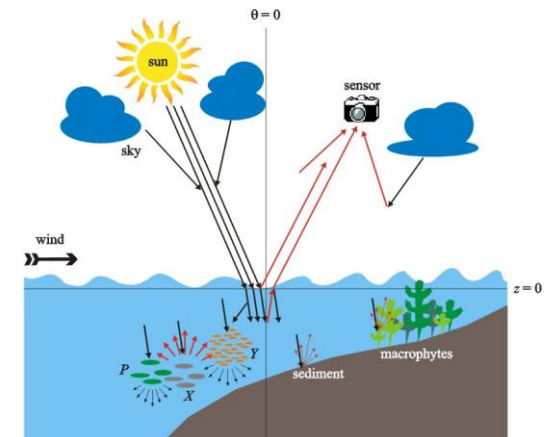
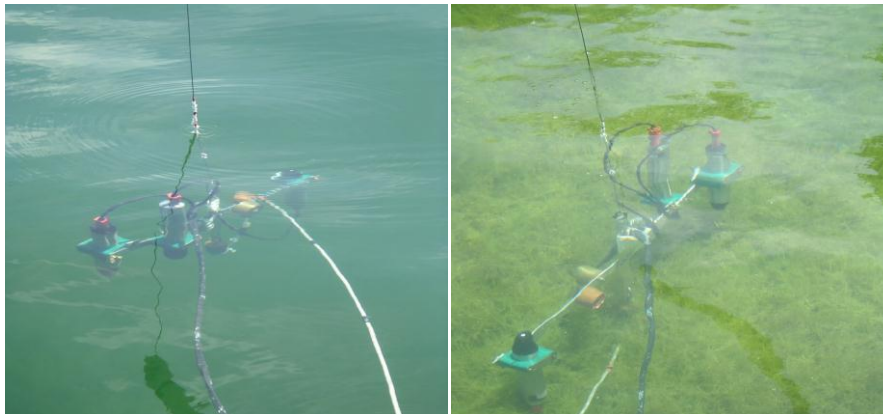
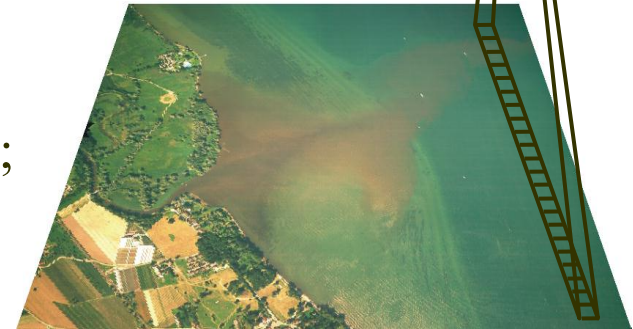
Dynamika zjawisk pogodowych Huragan Isabel



MSG-1, 3-15.09.2003, Kompozycja RGB (1.6, 0.8, 0.6 μm)

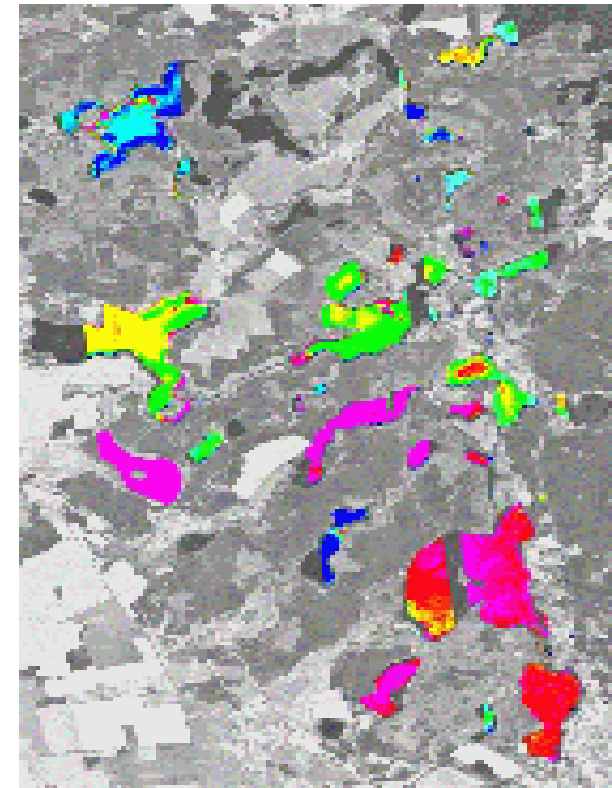
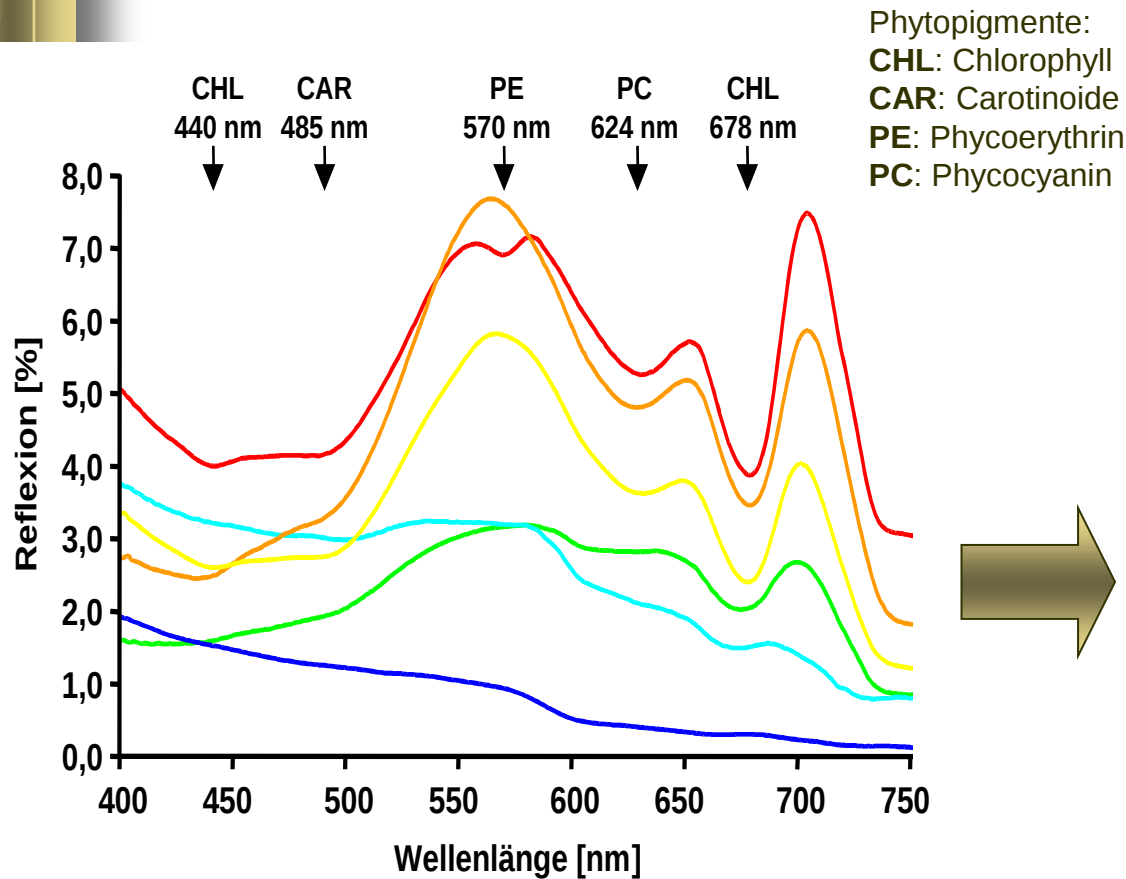
Zastosowania teledekacji w monitoringu wód

- przezroczystość i zanieczyszczenia wód powierzchniowych;
- analizy makro-, i mikrofitów;
- badania sedymentów
- badania form podwodnych w strefach litoralnych i stref brzegowych;
- pomiary batymetryczne;
- badania bagien i obszarów podmokłych;
- analizy globalnych procesów hydrologicznych.



Kartowanie jakości wód

Informacje jakościowe: poziom eutrofizacji, przestrzenne rozmieszczenie zanieczyszczeń, czasowe zmiany rozmieszczenia substancji



1 – Großer Wummsee (25.9.'97): 2 µg/l Chl-a

2 – Schwarzer See (11.6.'97): 11 µg/l Chl-a

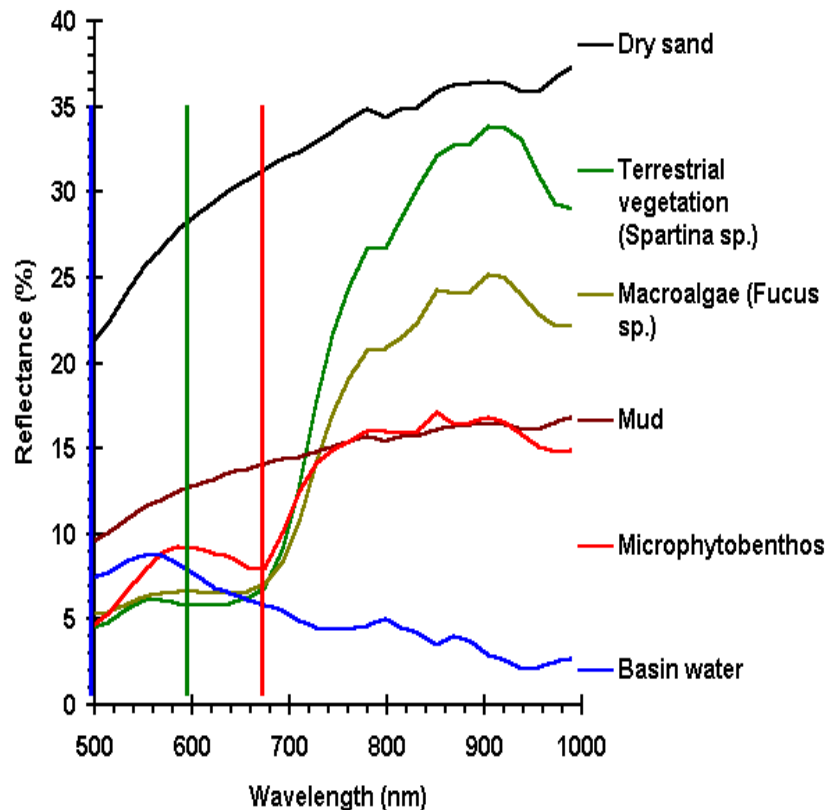
3 – Kagarsee (11.6.'97): 34 µg/l Chl-a

4 – Braminsee (25.9.'97): 48 µg/l Chl-a

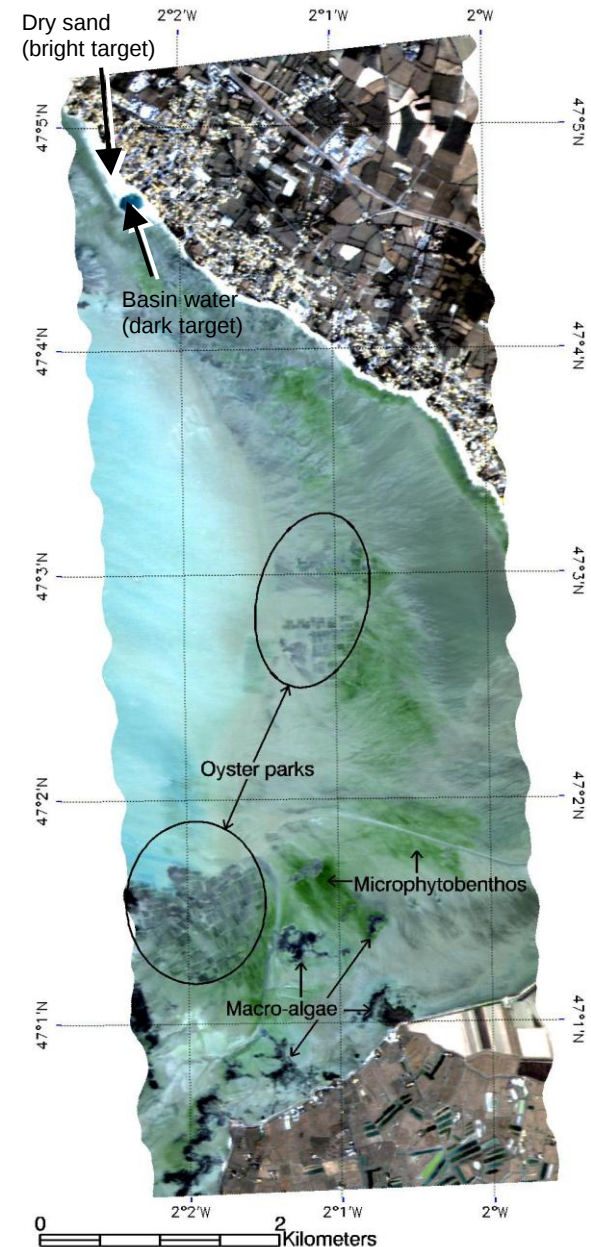
5 – Braminsee (2.9.'97): 70 µg/l Chl-a

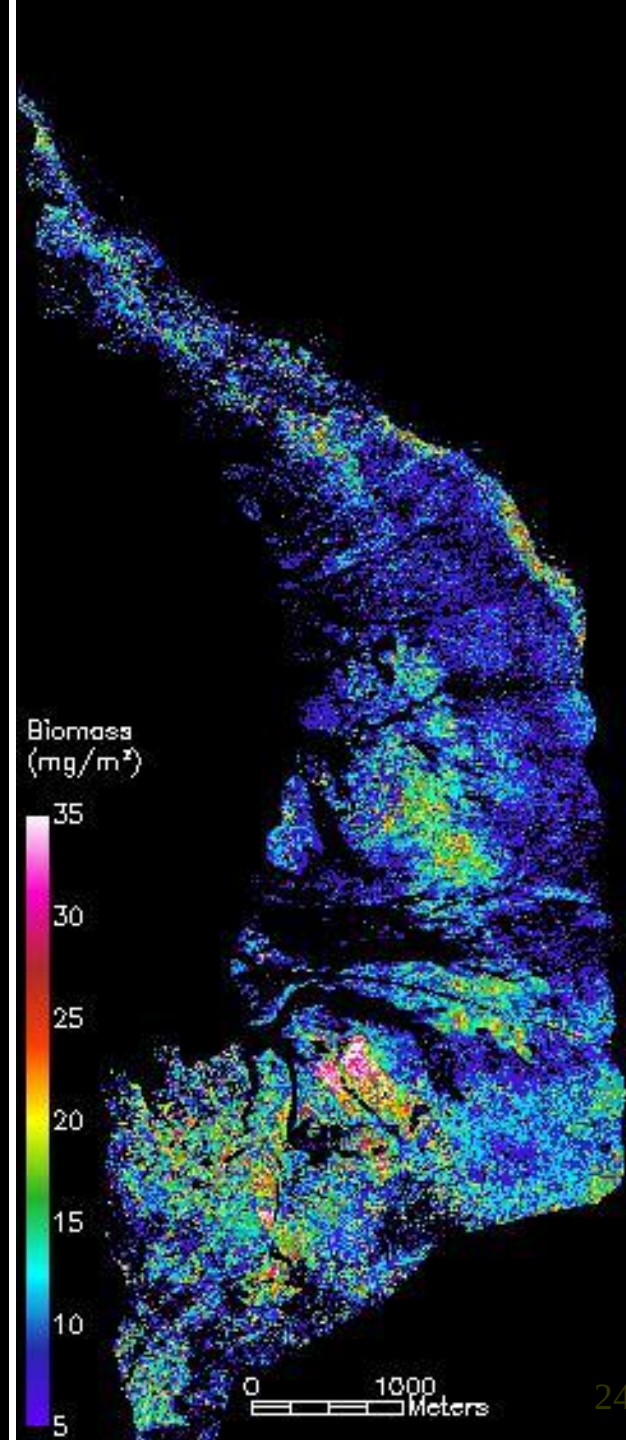
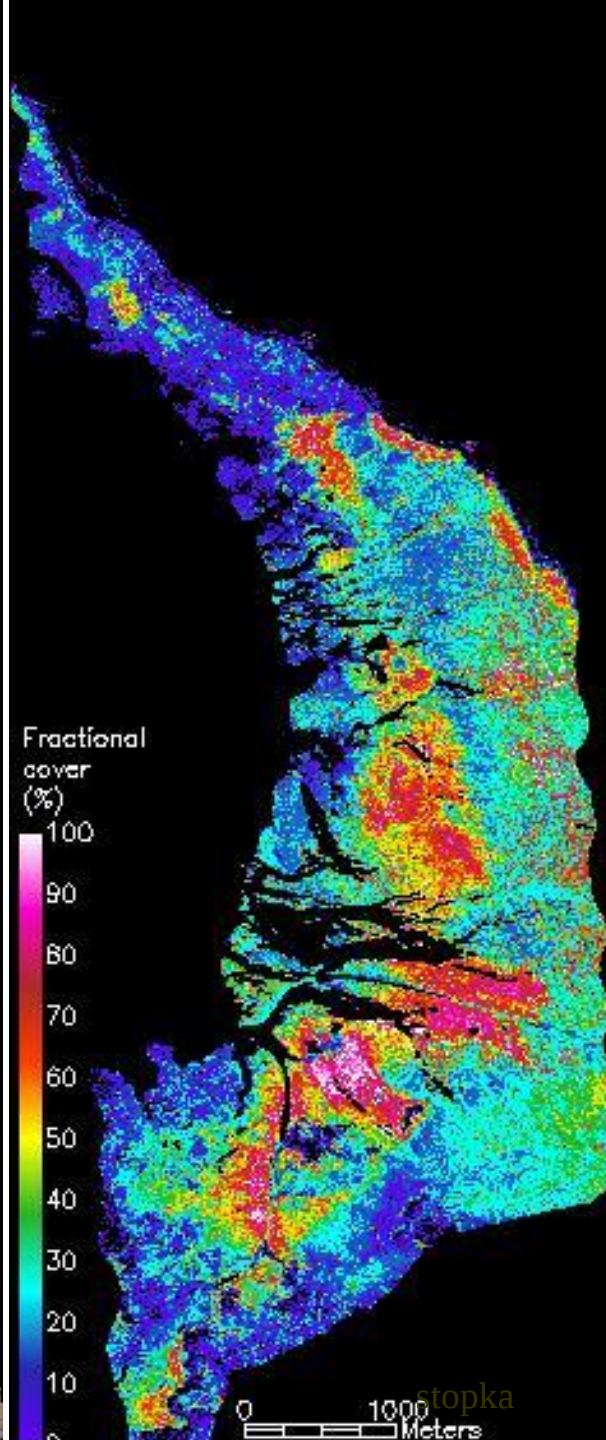
6 – Braminsee (10.6.'97): 90 µg/l Chl-a

Kartowanie strefy przybrzeżnej



Kompozycja RGB (496, 586, 675) zobrażenia
DAIS 7915 image Zatoki Bourgneuf



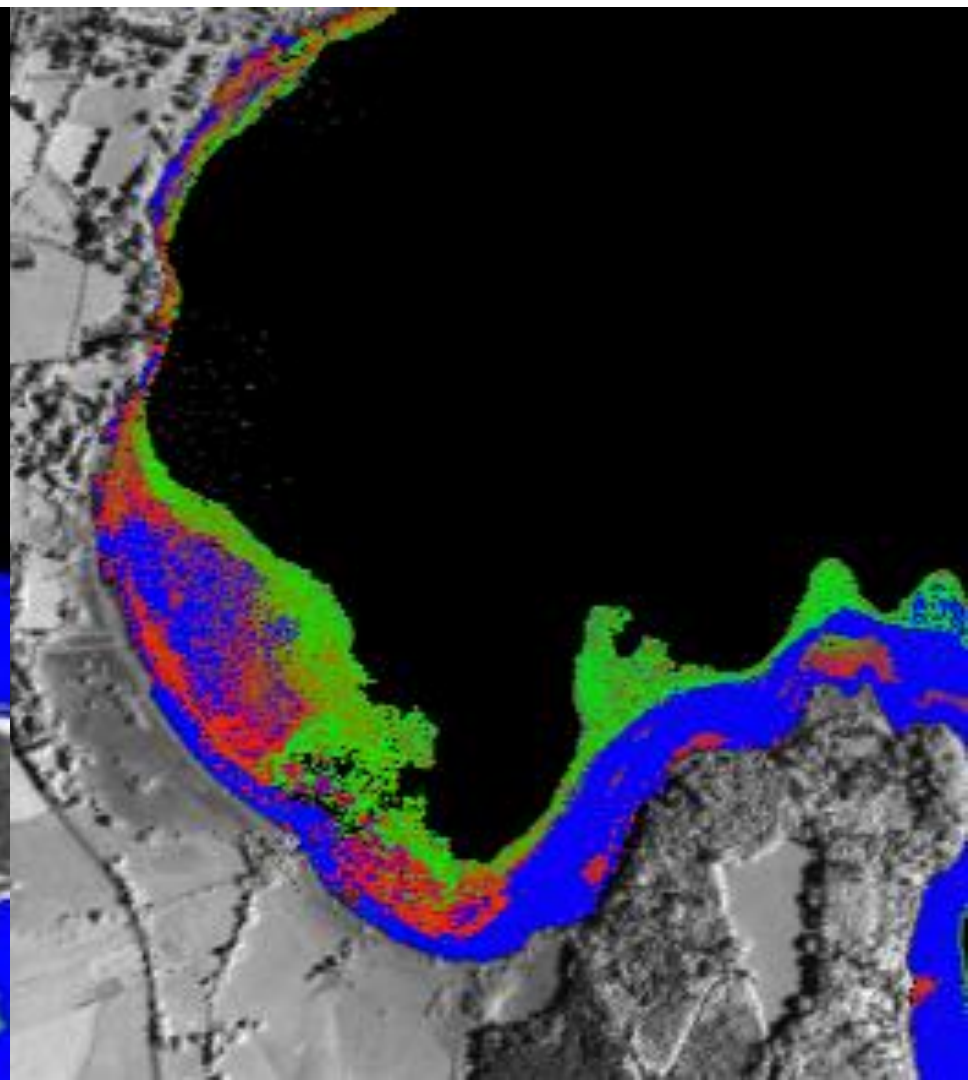
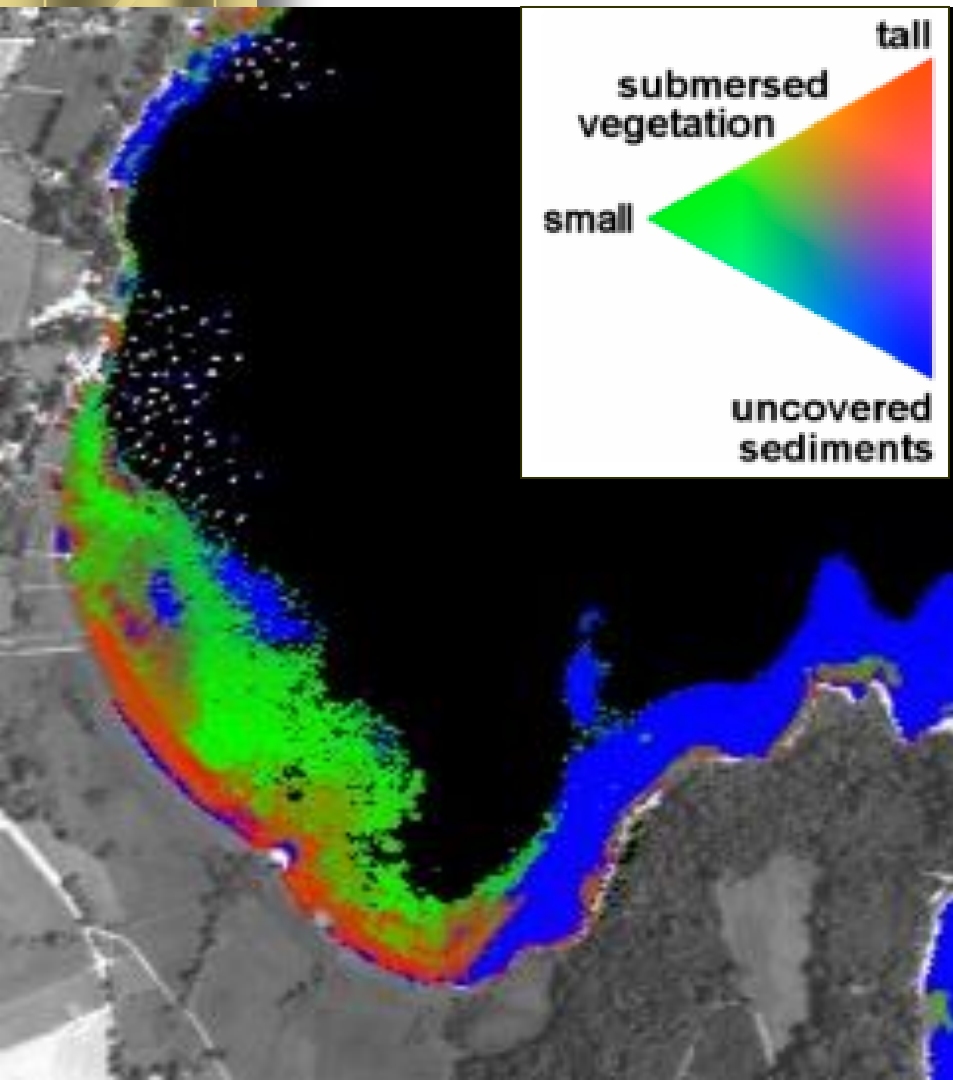


Analiza zmian strefy przybrzeżnej

Karpfenwinkel, Lake Starnberg

7. July 2003

26. June 2004

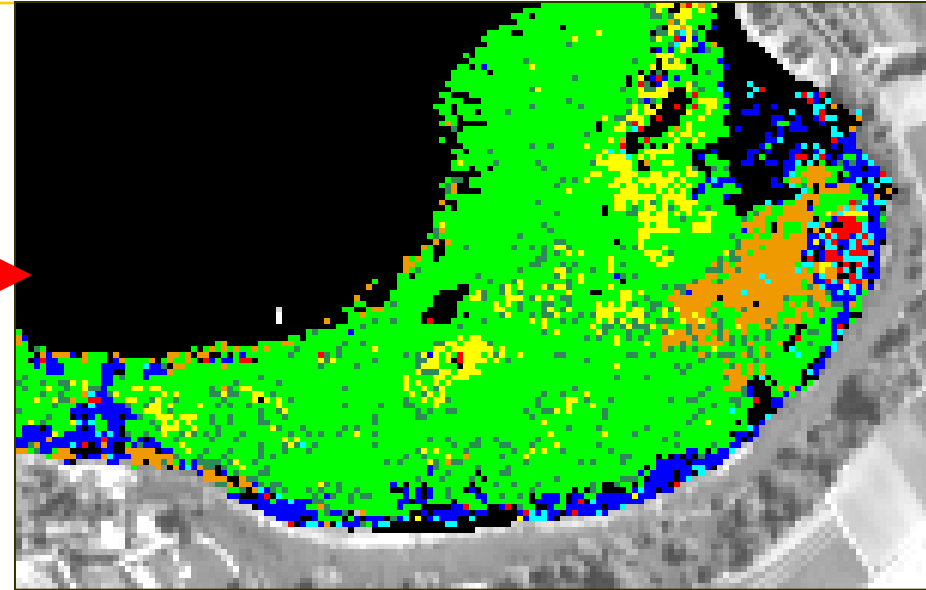
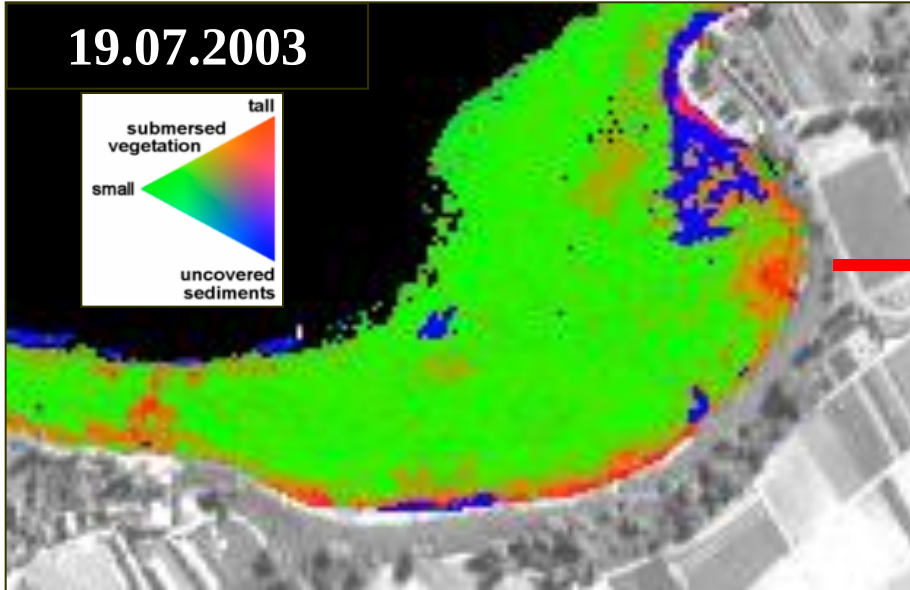
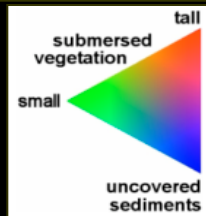


Klasyfikacja makrofitów

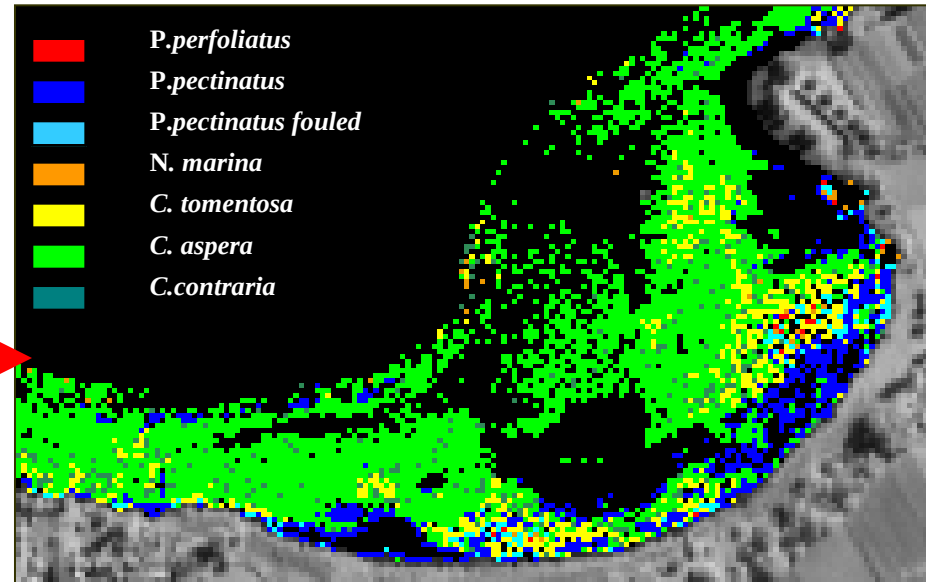
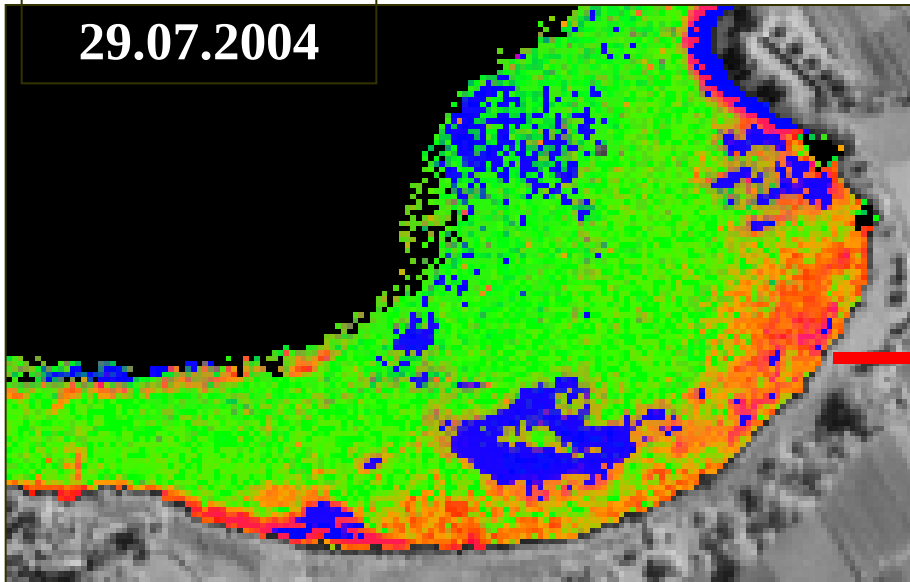
Reichenau Island, Lake Constance

(C) N. Pinnel, 2005

19.07.2003

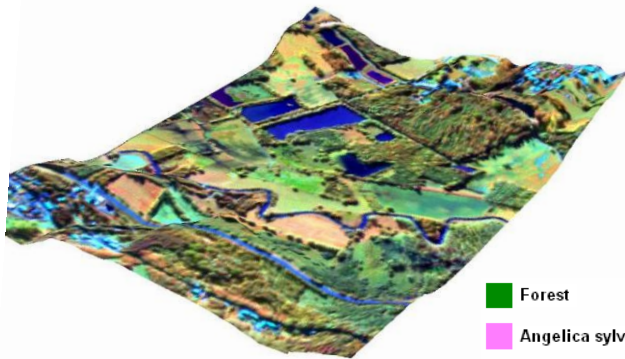


29.07.2004



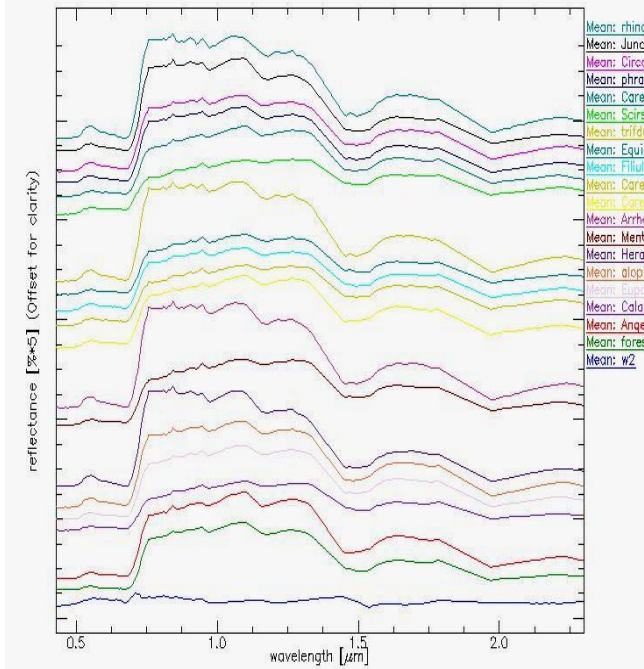
Rośliny jako indykatory wód podziemnych

Rezervat 'Doode Bemde' wzdłuż Dijle River (Belgia)



- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| Forest | Equisetum palustre |
| Angelica sylvestris | Carex acuta |
| Trifolium dubium | Eupatorium cannabinum |
| Arrhenaterum elatius | Carex acutiformis |
| Heracleum sphondylium | Phragmites australis |
| Alopecurus pratensis | Mentha aquatica |
| Cirsium oleraceum | Calamagrostis canescens |
| Filipendula ulmaria | Carex disticha |
| Rhinanthus angustifolius | Juncus acutiflorus |

(C) O. BATELAAN, 2005



Powodzie

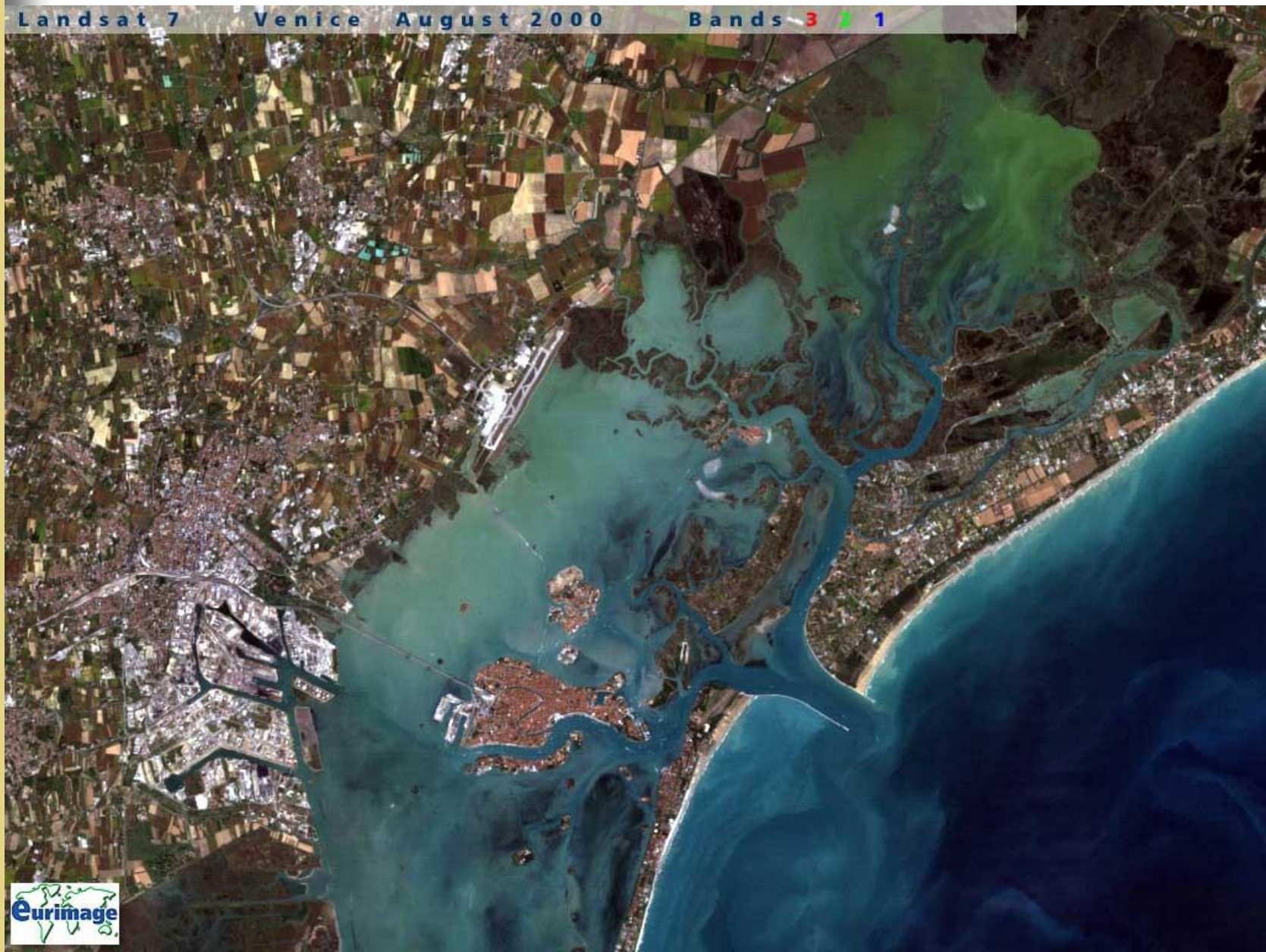


August 14, 2000



August 20, 2002

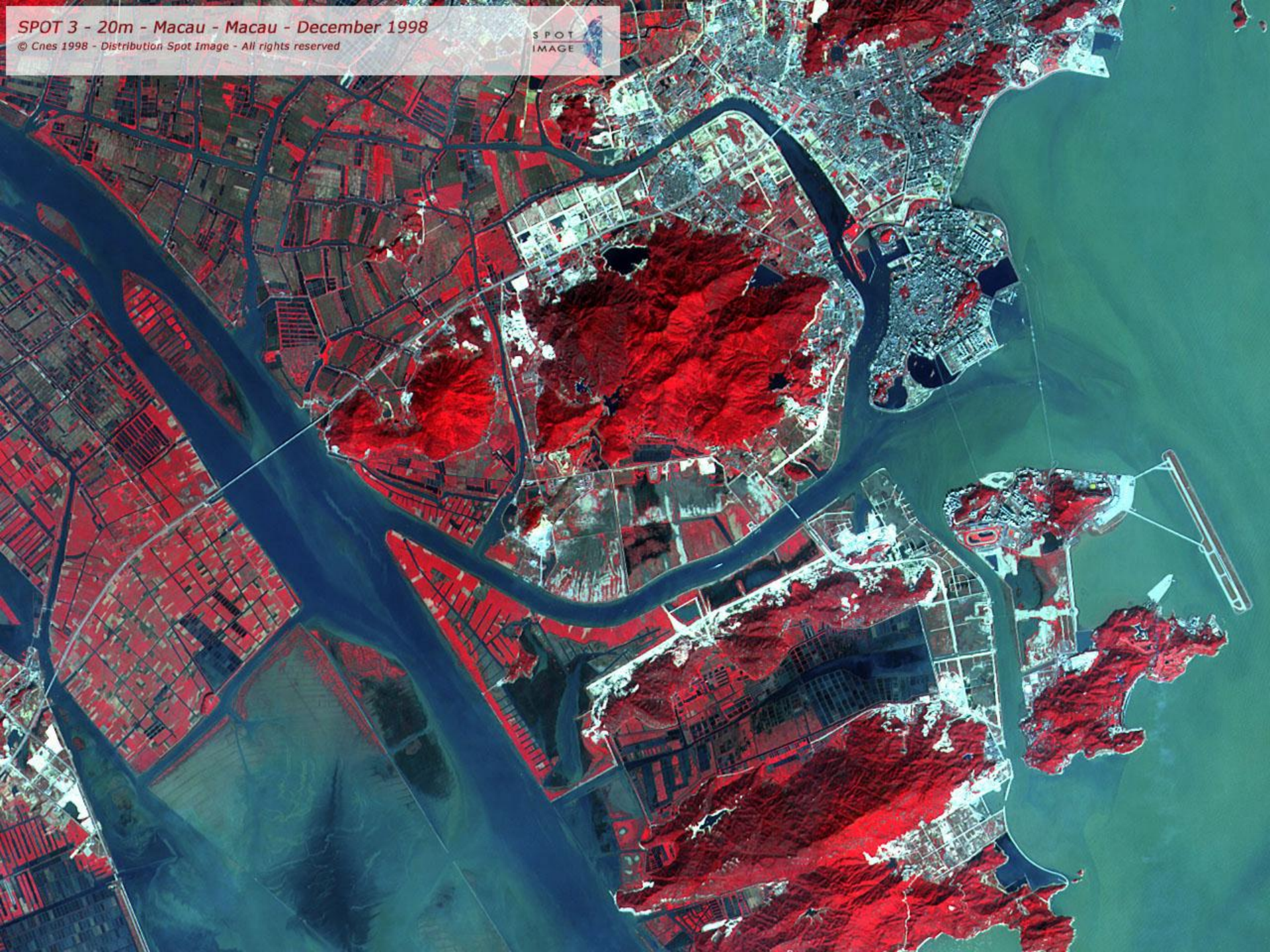
Wody przybrzeżne



SPOT 3 - 20m - Macau - Macau - December 1998

© Cnes 1998 - Distribution Spot Image - All rights reserved

SPOT
IMAGE



Delty



Analiza zmian wybrzeża



Landsat MSS
May 29, 1973

Landsat MSS 29-05-1973



Landsat MSS
August 19, 1987

Landsat MSS 19-08-1987



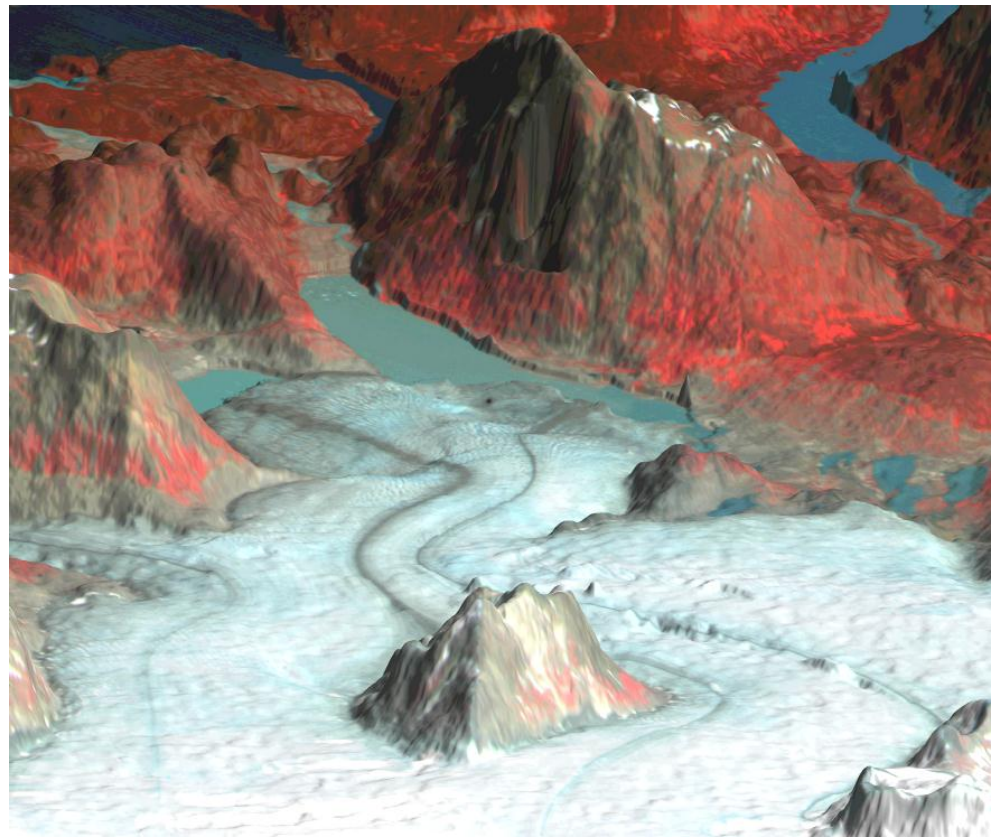
Landsat ETM+
July 29, 2000

Landsat ETM+ 29-07-2000



Global Land Ice Measurements from Space

- Określenie zasięgu występowania lodowców na Ziemi i sposobu w jaki się zmieniają poprzez inwentaryzację globalnego zasięgu lodowców.
- Analiza sezonowych zmian długości i powierzchni lodowców na ponad 60 obszarów badawczych

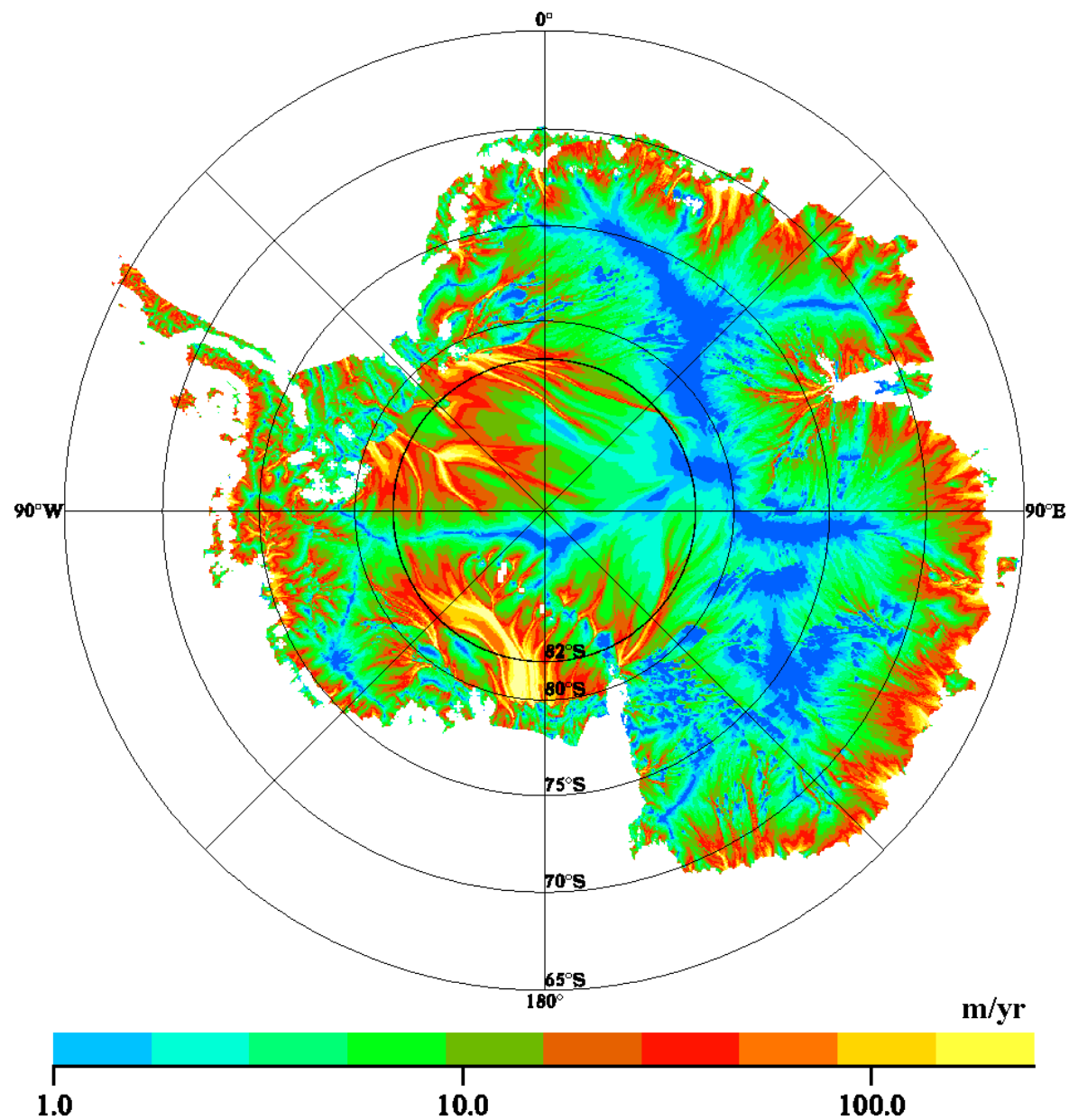




SPOT 3 - 20m - Everest - Nepal - November 1995
© Cnes 1995 - Distribution Spot Image - All rights reserved

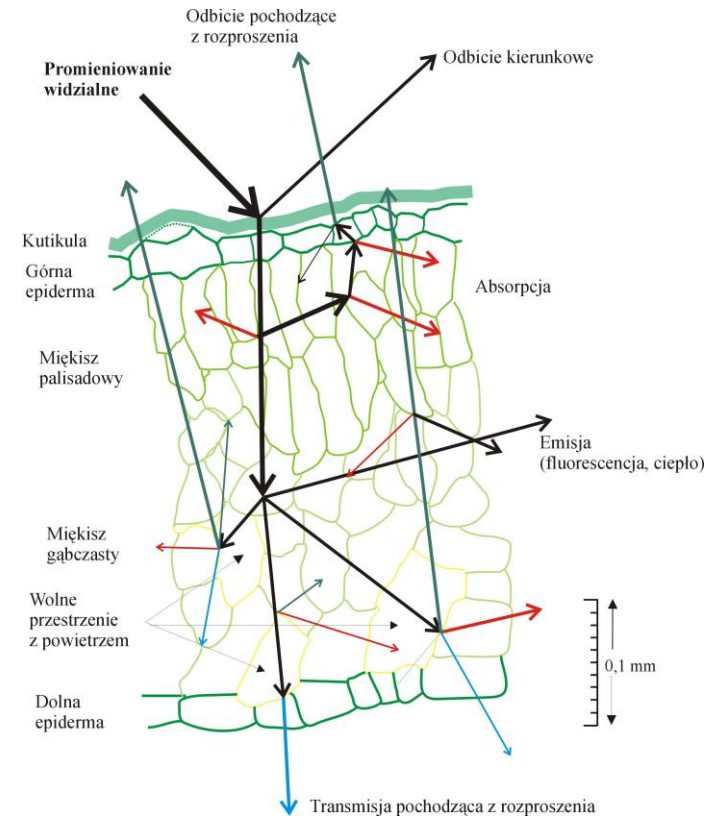
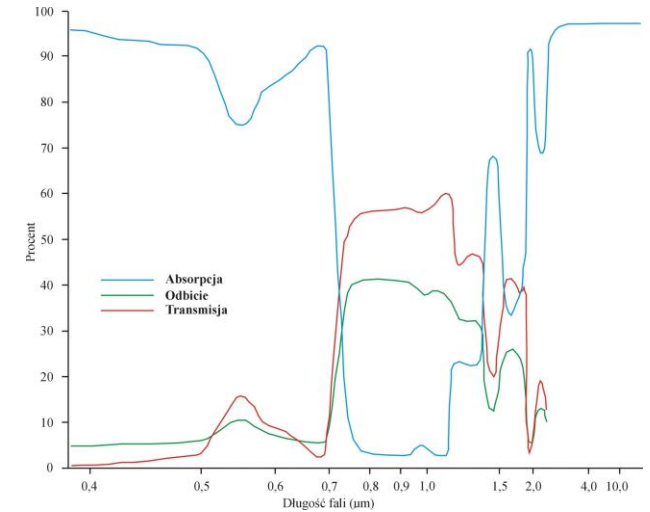
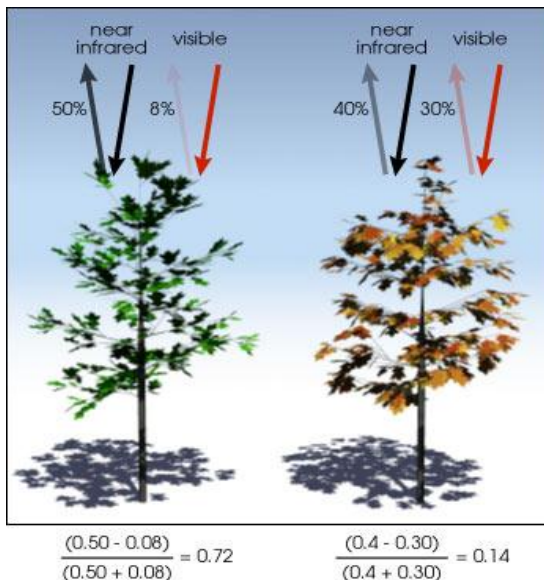
SPOT
IMAGE

Prędkość płynięcia lądolodu



Zastosowania teledekacji w monitoringu roślinności

- badania stanu kondycyjnego,
- identyfikacja, kartowanie gatunków i zbiorowisk roślinnych
- ocena produktywności biomasy,
- analiza interakcji między lądem i atmosferą,
- badanie dynamiki zmian zasięgu ekosystemów,





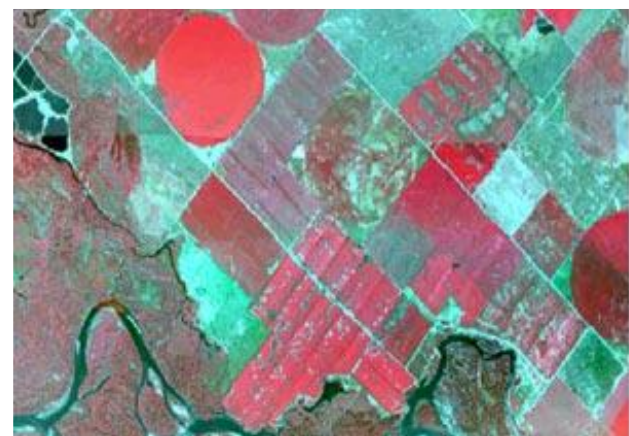
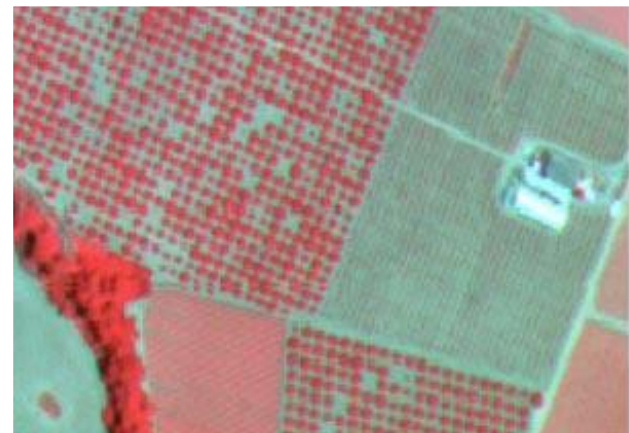
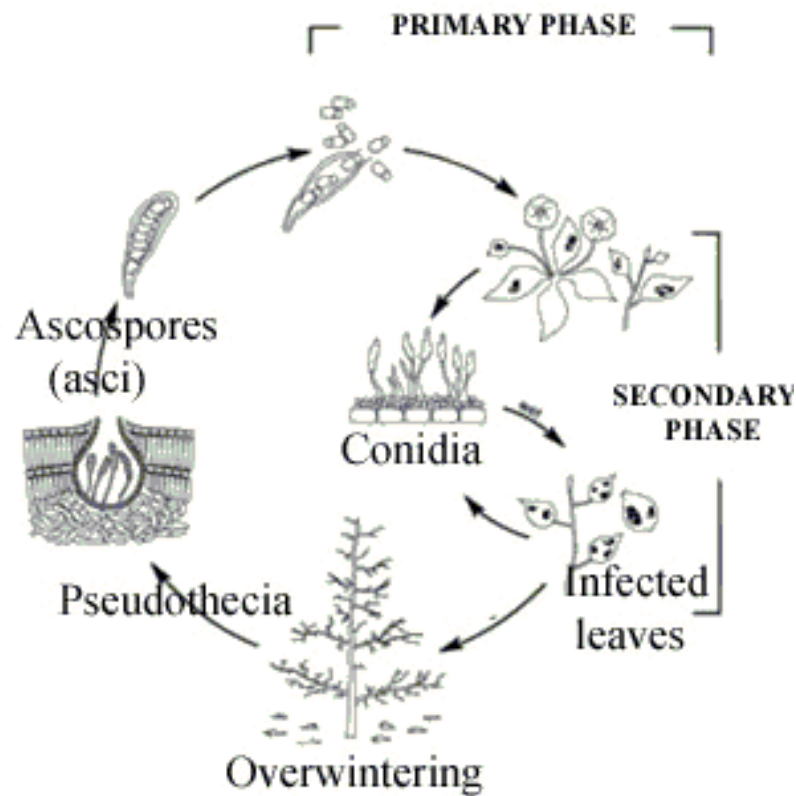
Nutrients

Possible input lake Waging-Taching



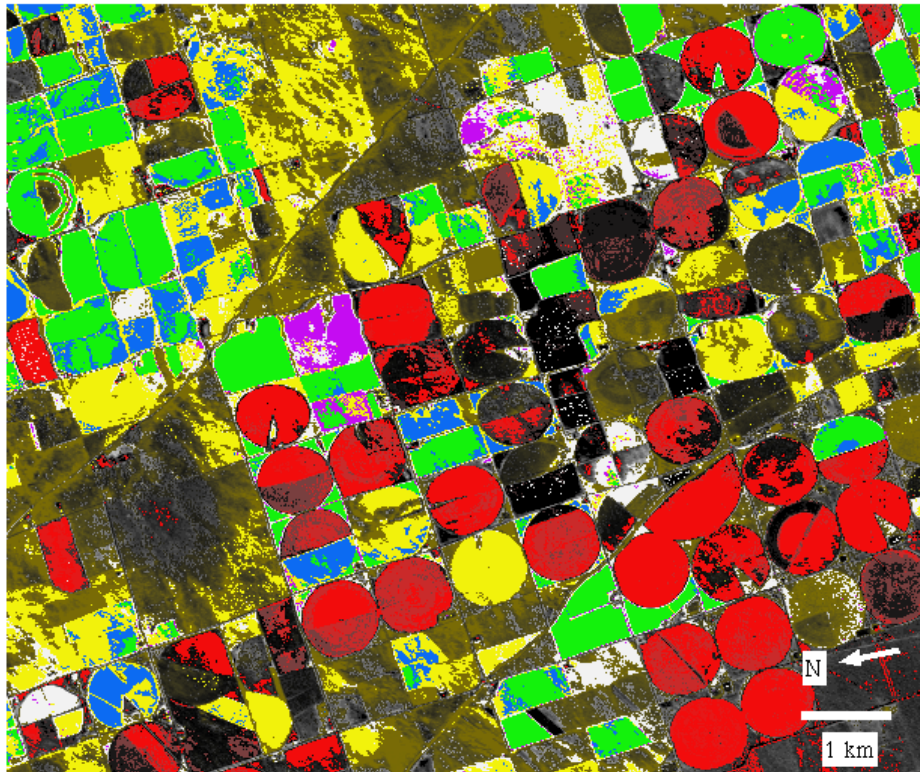
Dorigo et.al., 2005

Analiza zdrowotności roślin uprawnych



Analiza stresu i prognozowanie strat

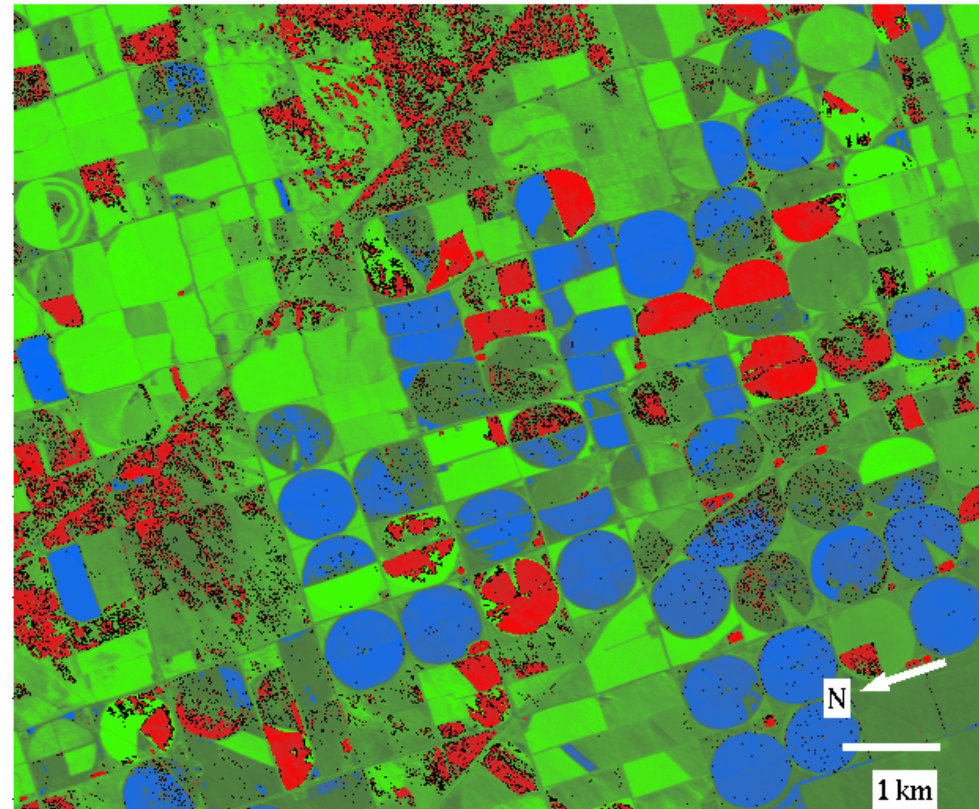
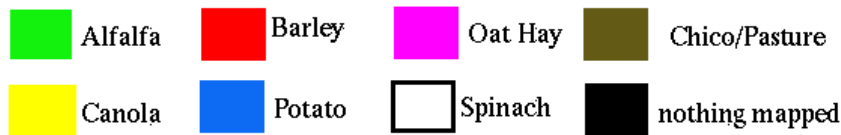
Identyfikacja i stres roślin uprawnych



San Luis Valley, CO – Vegetation Distribution Map

AVIRIS Sept. 3, 1993 Data

U. S. Geological Survey



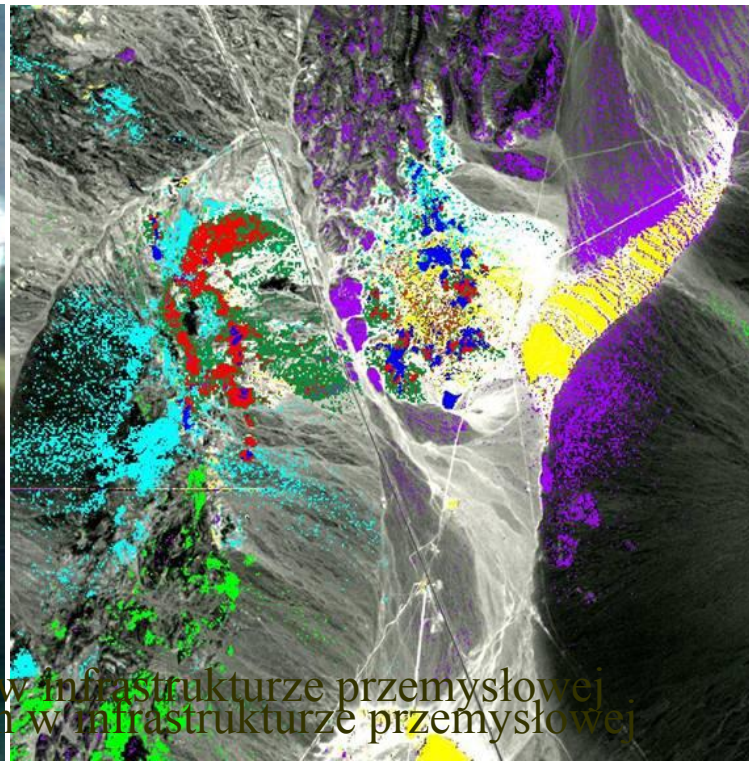
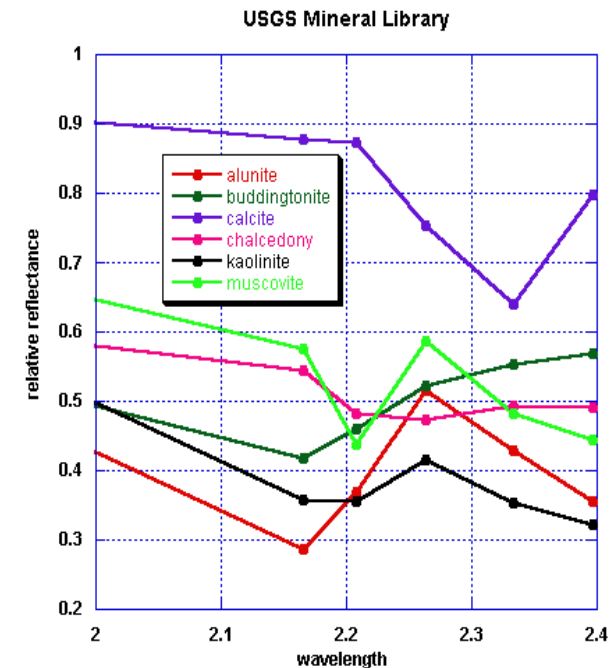
San Luis Valley, CO – Vegetation Senescence/Stress Map

AVIRIS Sept 3, 1993 Data

U.S. Geological Survey



Zastosowania teledekacji w badaniach geologicznych, mineralogicznych i geomorfologicznych



Nevada

Aster RGB (468)

Niebieski – kaolinit

Czerwony – alunite

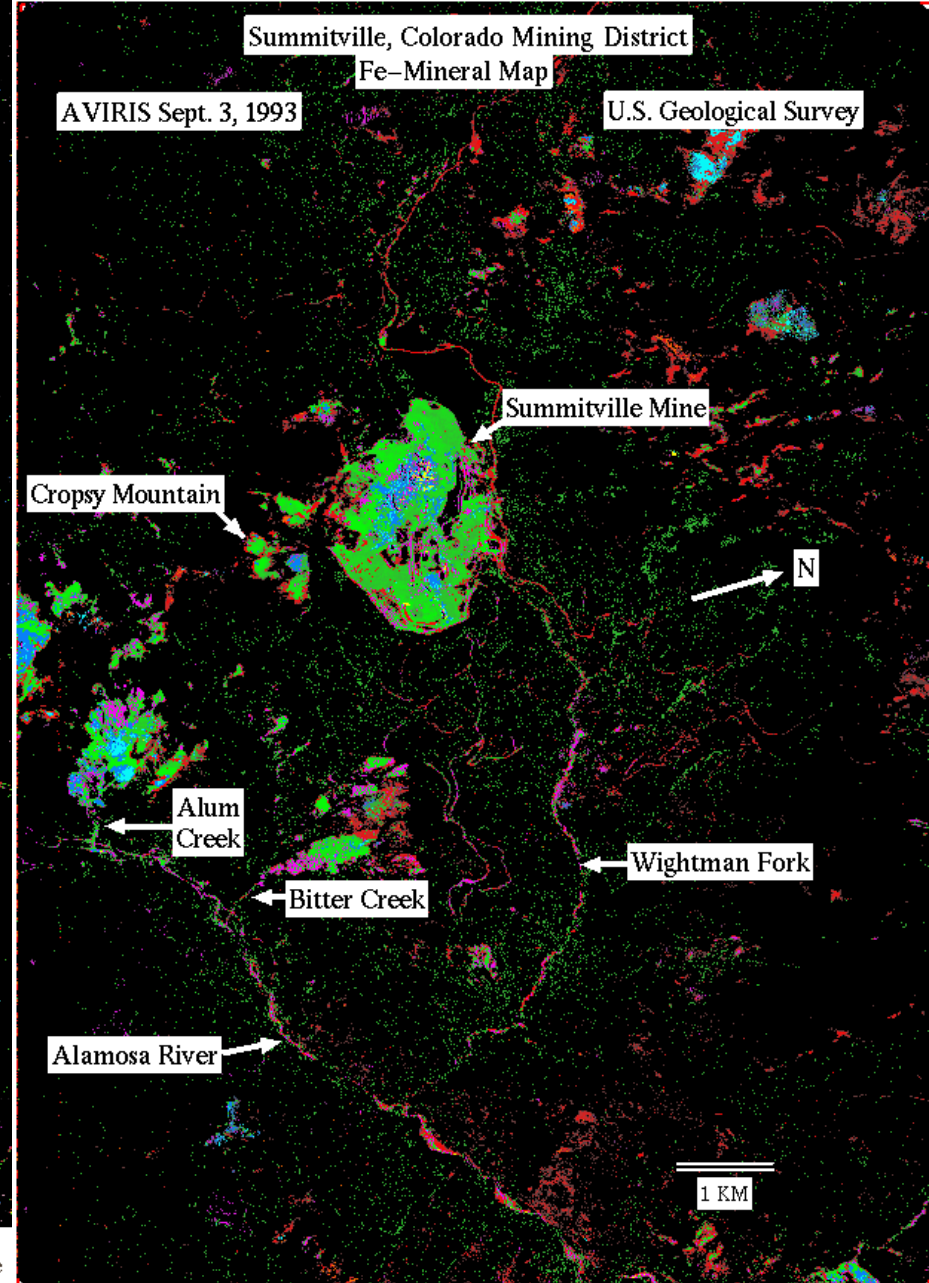
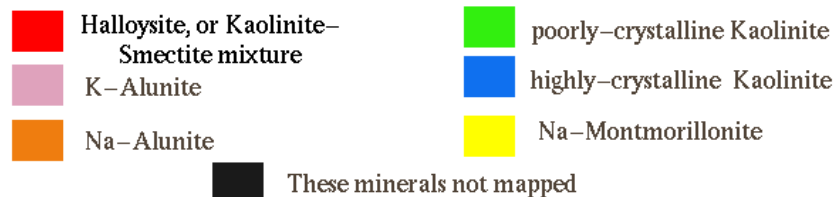
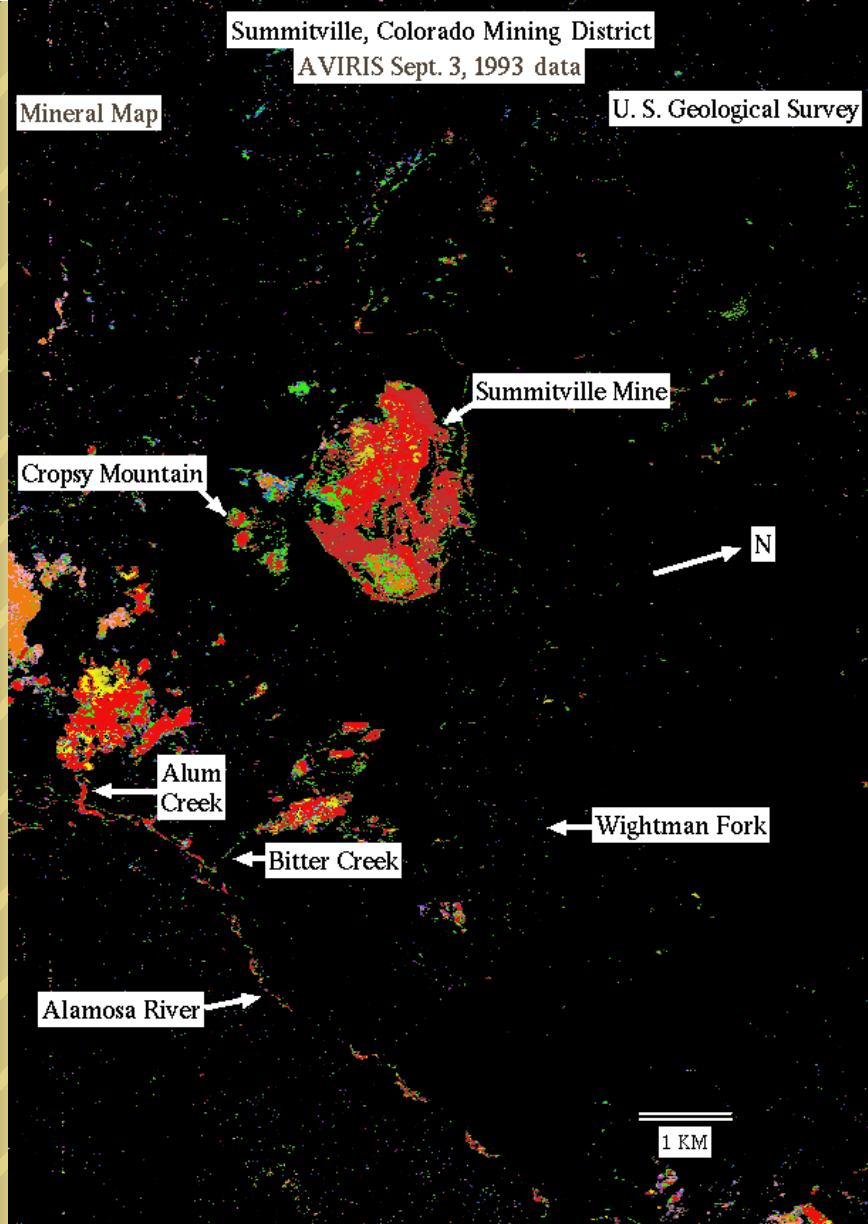
jasno zielony – kalcyt

ciemno zielony – alunite +
kalcyt

Cyjan – montmorylonit

Żółty – krzemionka / dykit

Analiza zmian w infrastrukturze przemysłowej
Analiza zmian w infrastrukturze przemysłowej



Lokalizacja zniszczeń wywołanych tsunami



Banda Aceh (Indonezja): przed tsunami (po lewej) i 5 dni po tsunami (po prawej)

Teledetekcja w planowaniu przestrzennym

- dostarczanie aktualnych z bardzo dużą dokładnością terenową informacji o lokalizacji obiektów,
- analizy wieloczasowe zmian w zabudowie i infrastrukturze,
- wyznaczanie optymalnych lokalizacji infrastruktury, np. przemysłowej, komunikacyjnej, handlowej, mieszkaniowej,
- dostarczanie danych 3D.



1972 MSS

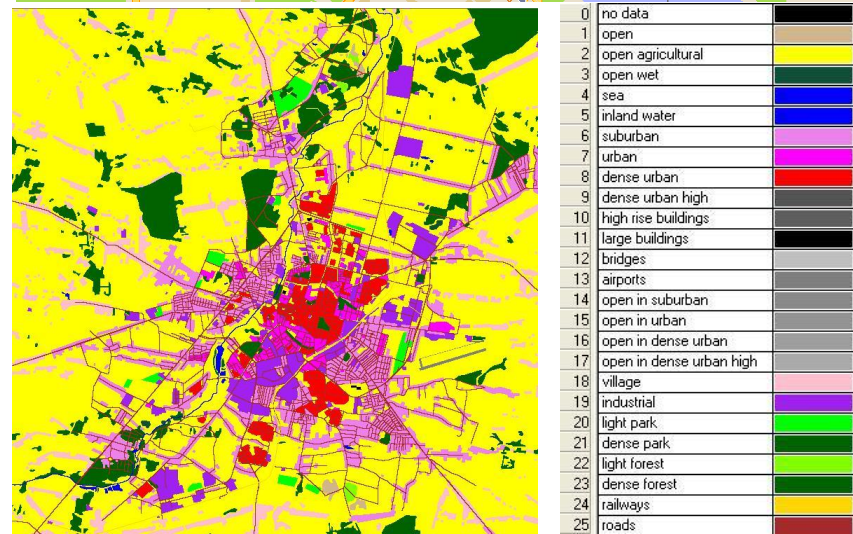
1990 TM

2000 ASTER

ARABIA
SAUDYJSKA
Procesy
urbanizacyjne

Teledetekcja w monitoringu pokrycia i użytkowaniu terenu (Corine)

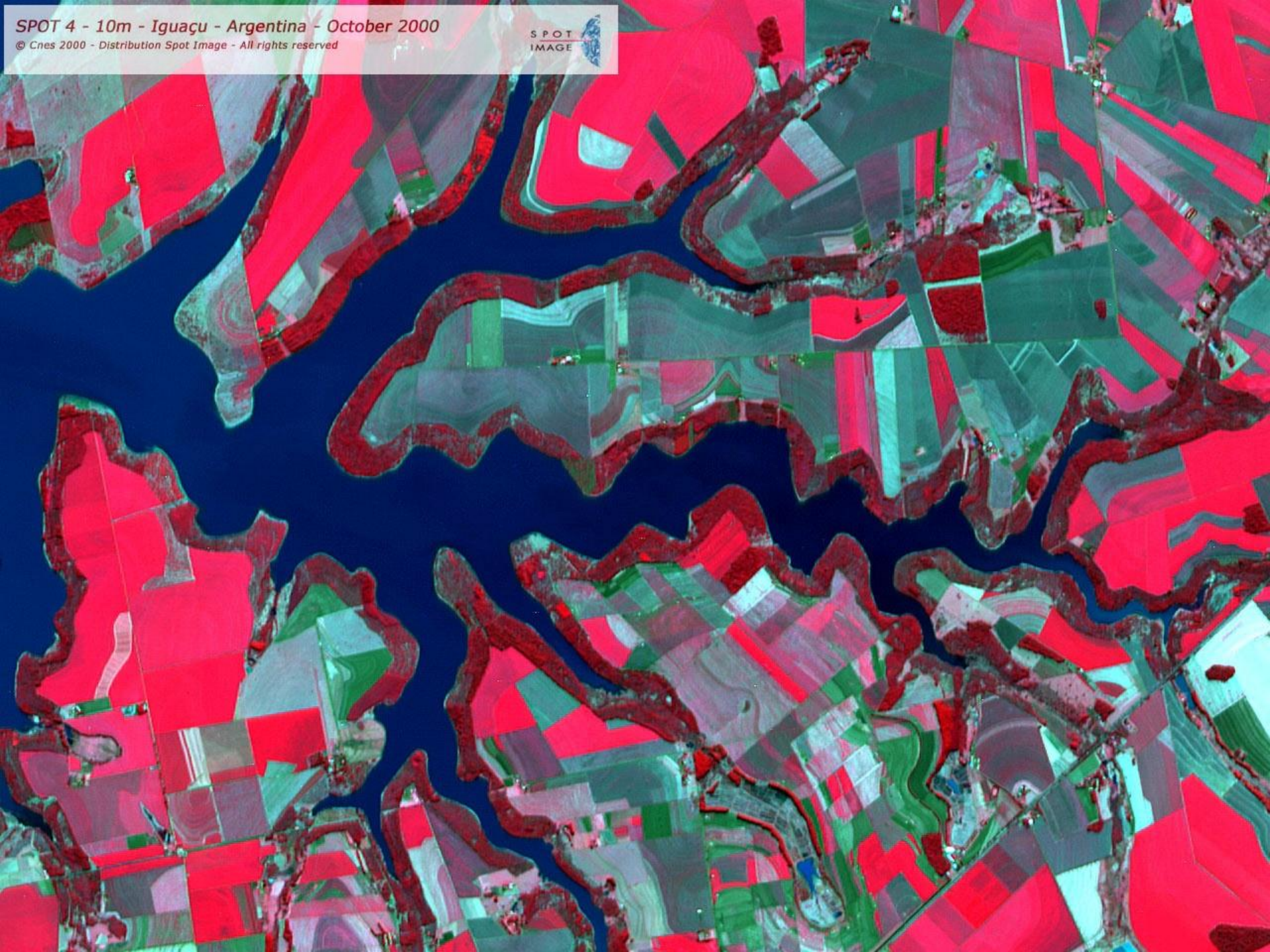
- monitorowanie procesów pustynnienia, wylesiania, urbanizacji;
- wsparcie zarządzaniem obszarów chronionych,
- analiza obiektów antropogenicznych:
- osadnictwo, drogi, obszary przemysłowe, kopalnie odkrywkowe;
- analiza użytkowania ziemi,
- struktura upraw, łąk, lasów.



0	no data	
1	open	
2	open agricultural	
3	open wet	
4	sea	
5	inland water	
6	suburban	
7	urban	
8	dense urban	
9	dense urban high	
10	high rise buildings	
11	large buildings	
12	bridges	
13	airports	
14	open in suburban	
15	open in urban	
16	open in dense urban	
17	open in dense urban high	
18	village	
19	industrial	
20	light park	
21	dense park	
22	light forest	
23	dense forest	
24	railways	
25	roads	

UŻYTKOWANIE ZIEMI





SPOT 4 - 10m - Iguazu - Argentina - October 2000

© Cnes 2000 - Distribution Spot Image - All rights reserved

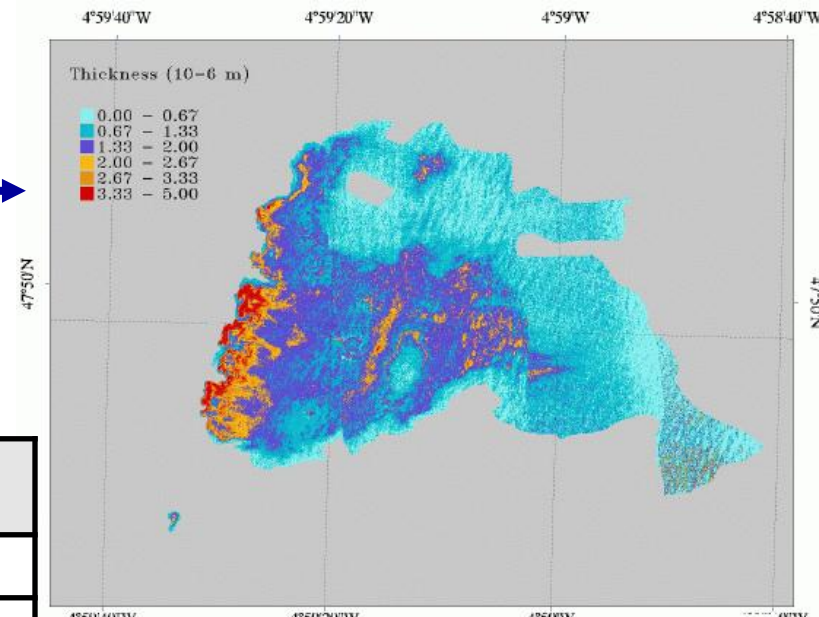
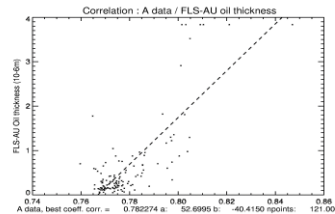
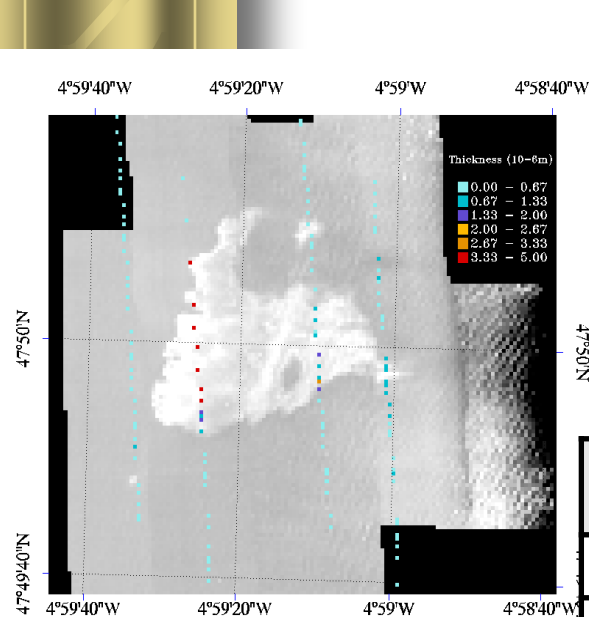
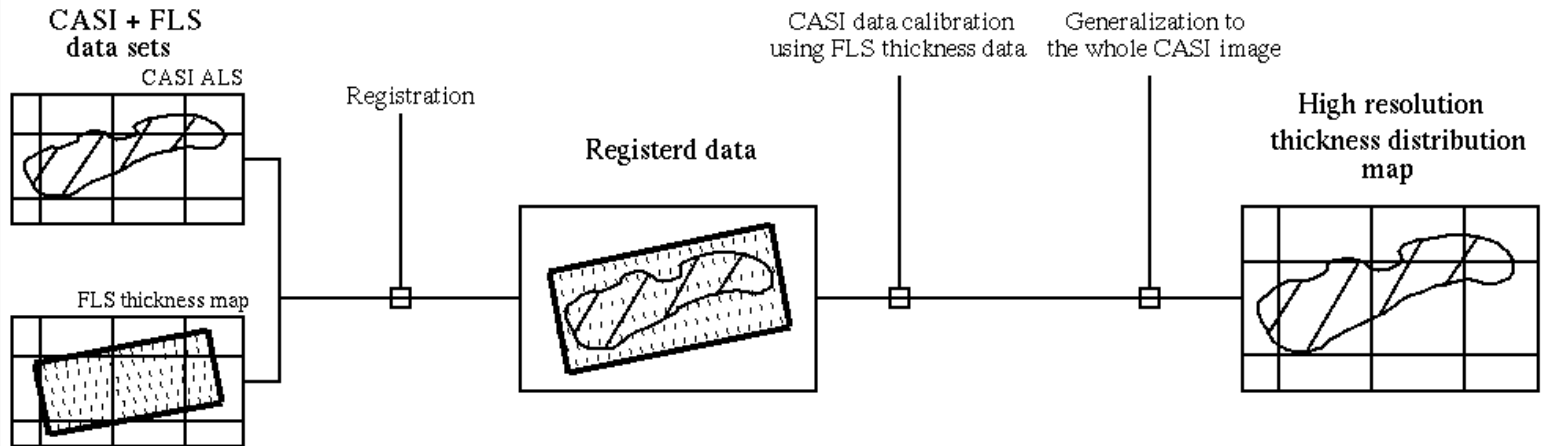


Teledetekcja w monitoringu katastrof

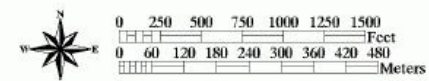
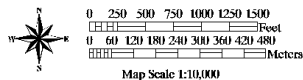
- Tradycyjna inwentaryzacja katastrof bazuje na pomiarach terenowych, często jest to bardzo trudne lub wręcz niemożliwe,
- Teledetekcja oferuje narzędzia zarówno do ilościowego, jak i jakościowego rozpoznania katastrofy,
- Pomiarzy mogą być prowadzone zarówno w dzień, jak i w nocy (radar, zobrażenia termalne, lidarowe),
- Aktualne zdjęcia pozwalają na szybszą i sprawniejszą akcję ratunkową, np. poprzez oszacowanie szkód i dotarcie do poszkodowanych.



Identyfikacja wycieków ropy naftowej ze statków



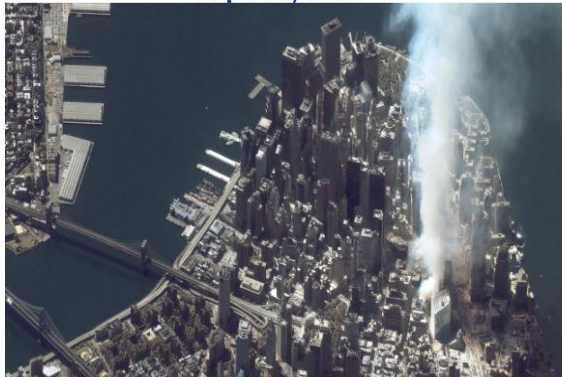
Slick	Surface (km ²)	Volume (m ³)
Day 1	0.97	2.08
Day 2	0.34	0.36
Day 2	0.39	0.49



Kartowanie pyłów i dymów

Techniki hiperspektralne pozwalają na identyfikację pyłów, np. azbestowych, cementowych, gipsowych

Sept. 12, 2001



GeoEye

IKONOS

World Trade Center (New York),
16/09/2001

(C) USGS/JPL 2002

World Trade
Center area,
New York

U.S. Geological Survey
Clark et al., 2001
NASA/JPL AVIRIS data
Sept 16, 2001 16:21 GMT

USGS
Imaging Spectroscopy
Tetracorder 4.0awtc2
product

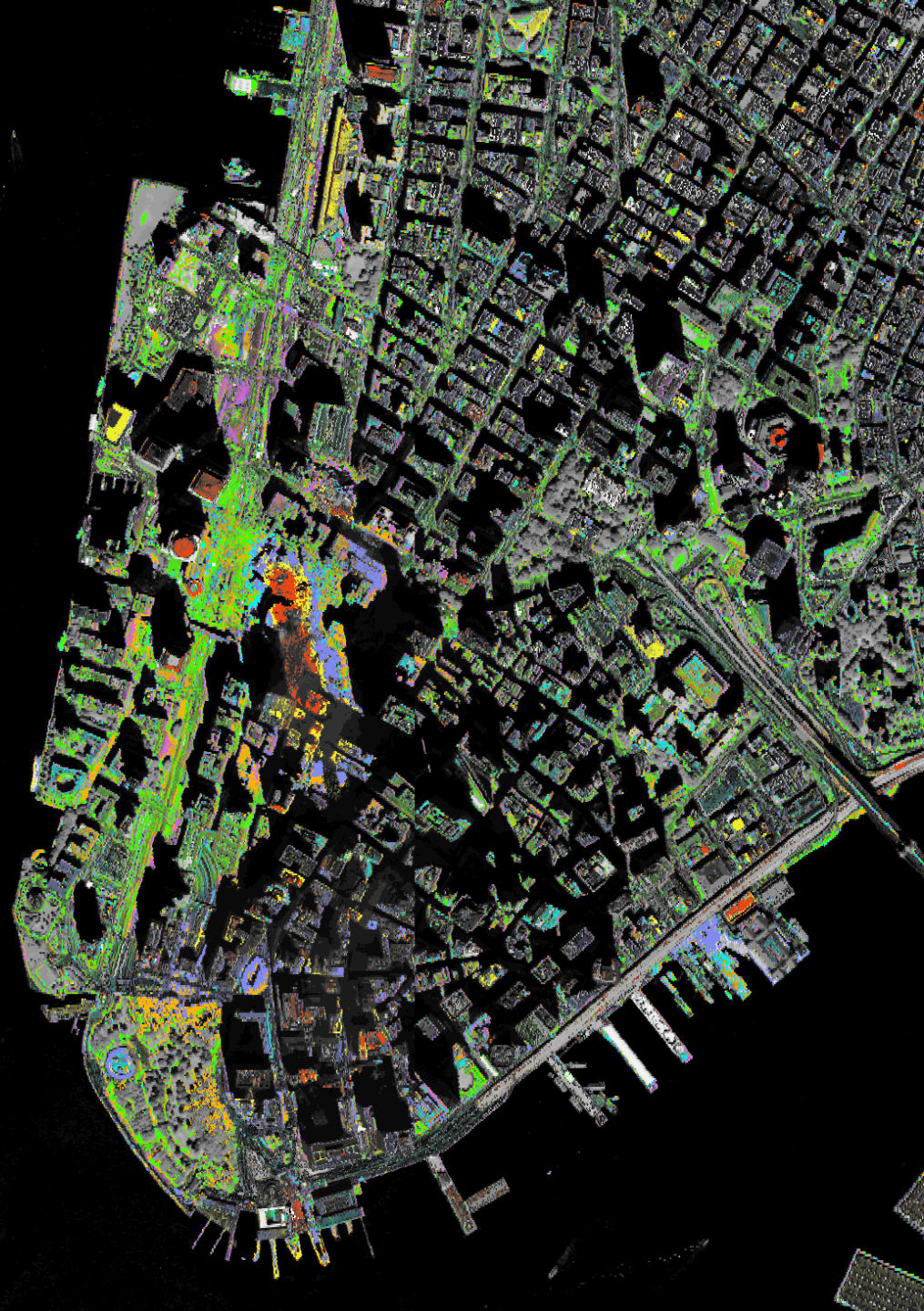
Spectral Shape Map

This map shows materials whose spectra are similar to the reference materials below. It is not a map of the identification of these materials. A similarity map is analogous to a map of materials with similar colors viewed with your eyes. The colors may indicate similar compositions.

- concrete (WTC01-37B)
- concrete (WTC01-37Am)
- cement (WTC01-37A)
- dust (WTC01-15)
- dust (WTC01-28)
- dust (WTC01_36)
- gypsum wall board

Image sampling:
1.7 meters/pixel

N
↑
200
meters



Wnioski

- techniki teledetekcyjne pozyskują aktualne i obiektywne dane z dużych powierzchni w bardzo krótkim czasie. Dane te są zbierane w długich seriach pomiarowych według tych samych algorytmów,
- dostawcy technologii satelitarnych udostępniają odpowiednie algorytmy oraz gotowe produkty do stosowania w badaniach środowiskowych,
- udostępnianie danych oraz algorytmów odbywa się w czasie prawie rzeczywistym, bardzo często w sposób nieodpłatny,
- pomiary naziemne wykazują dużą zgodność ze skorygowanymi danymi zarejestrowanymi przez sensory lotnicze i satelitarne,
- technologia teledetekcyjna znajduje bardzo szerokie spektrum zastosowań we współczesnym świecie bazującym na systemach informacyjnych.



bardzo dziękuję za uwagę