

Applying Geography!

Geodata: GIS, GPS and Earth Observation

ESRI konference 2015

http://media.esri.com/arcstream/2015/07/4638-uc2015-opening-video_960.mp4

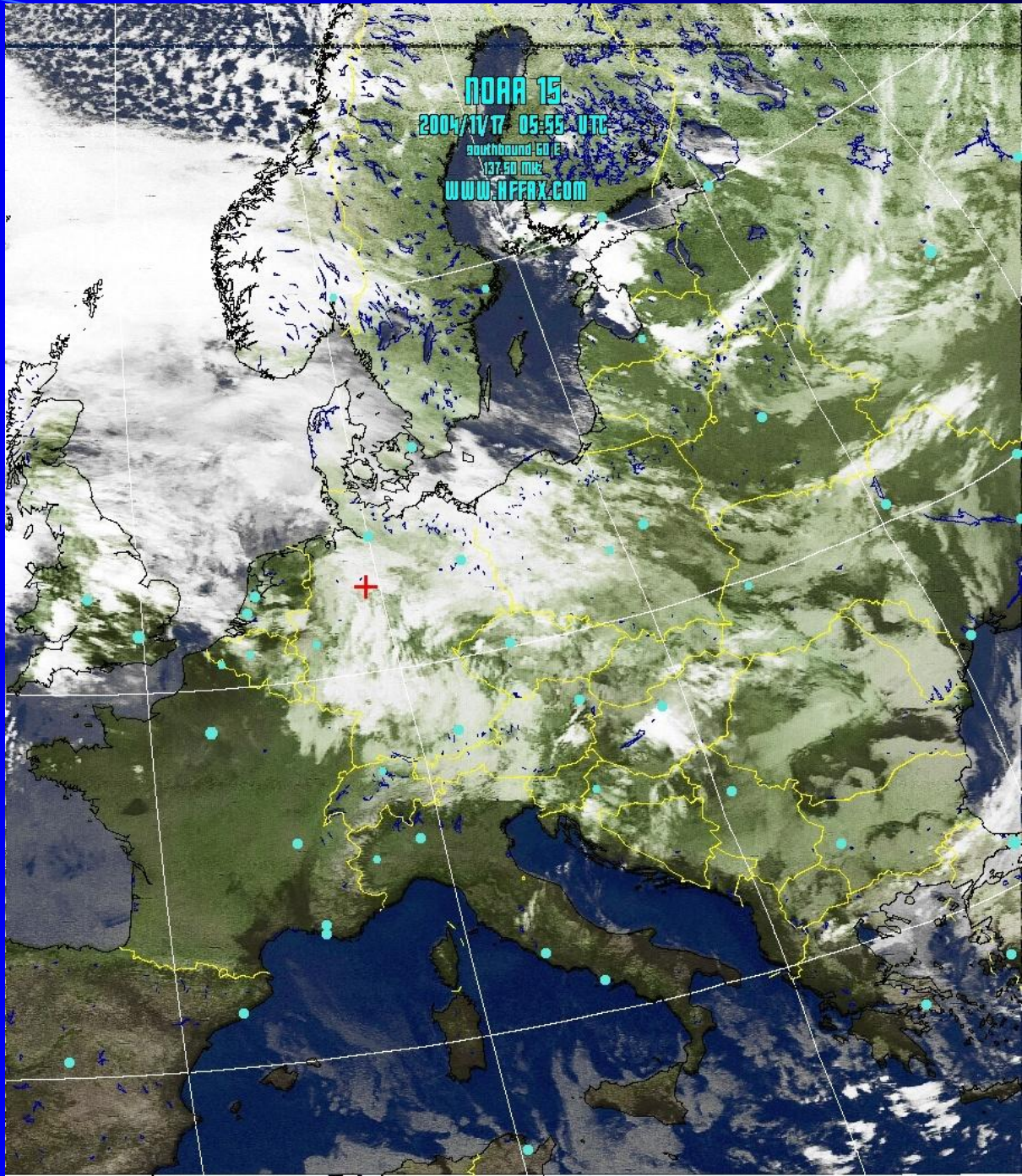
An aerial photograph of a forest with a map overlay. The map shows a network of roads and a river. The text "DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ" is overlaid on the map in a yellow, sans-serif font.

DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ

- Video Landsat
- <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=5203>

ZÁKLADNÍ BODY OSNOVY

- Definice
- Metody
- Letecká data
- Družicová data
- Ukázky



NOAA 15

2004/11/17 05:55 UTC

Southbound: 60 E

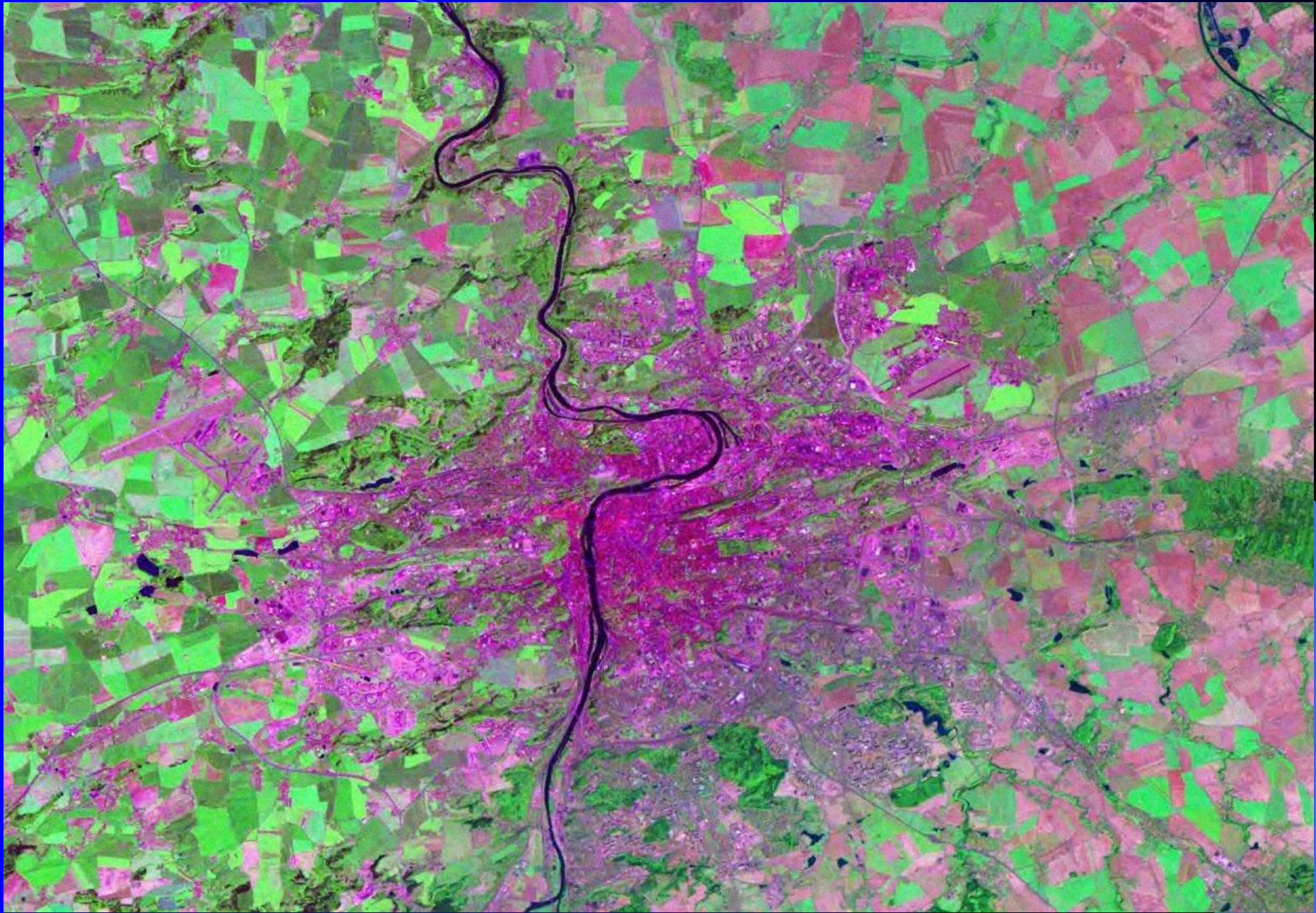
137.50 MHz

WWW.NFAX.COM

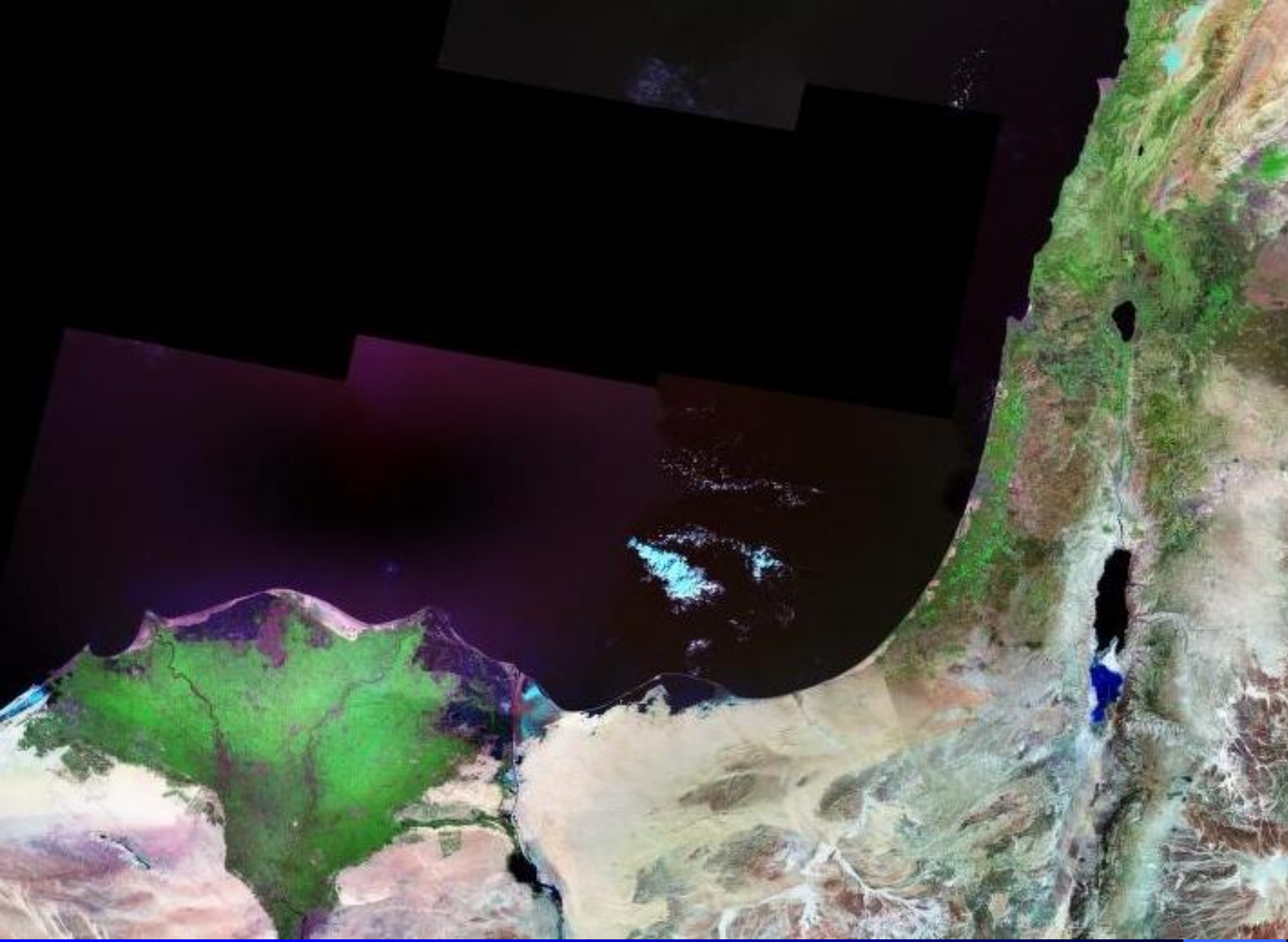


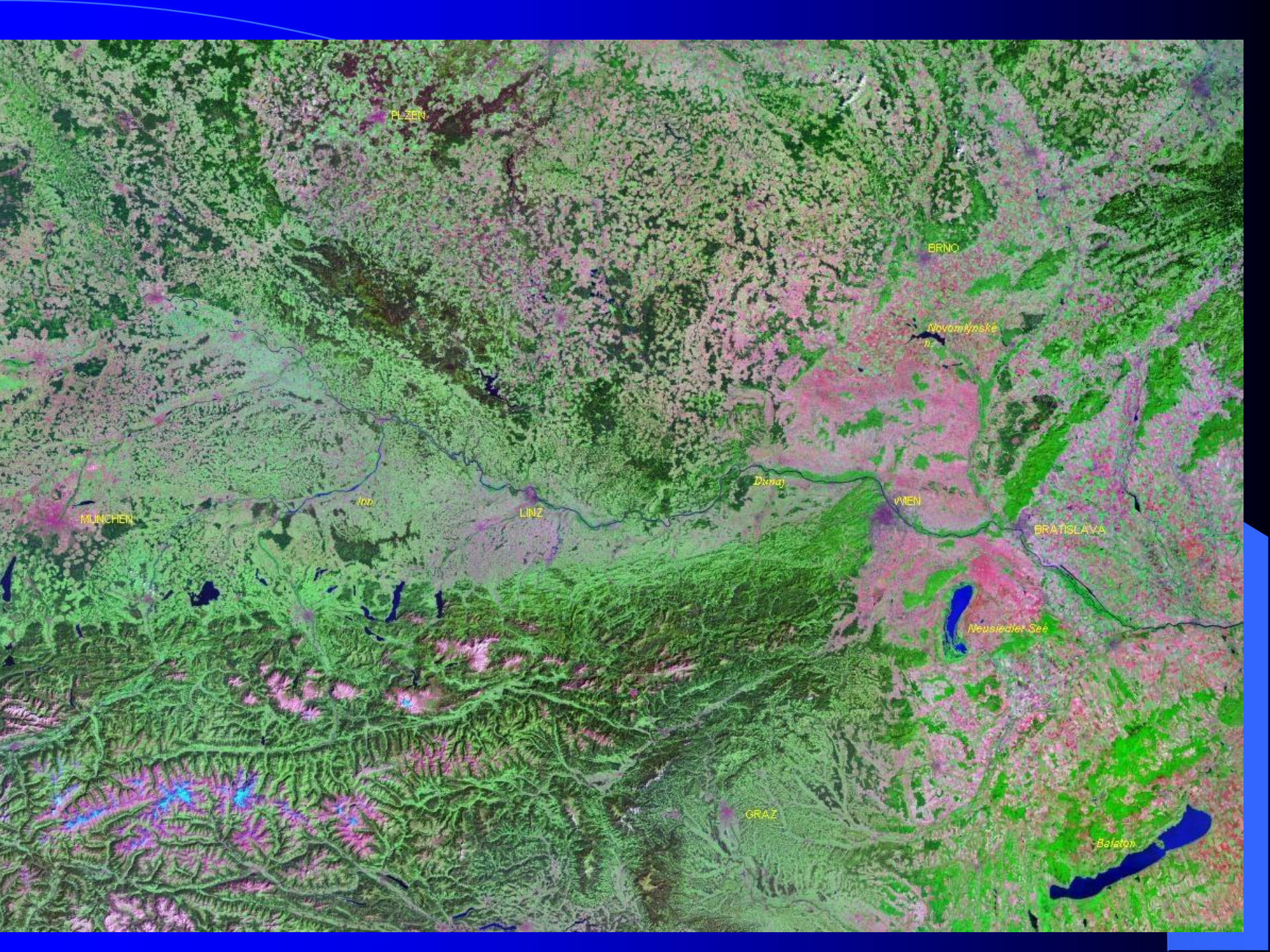
Kamera ZEISS RMK A 15/23, film AGFA AVICOLOR NP 200, výška letu 4200 metrů ($f = 150$ mm) město Brno – kolmý snímek











PLZEŇ

BRNO

Novomlýnské náh.

MÜNCHEN

Dan

LINZ

Dunaj

WIEN

BRATISLAVA

Neusiedler See

GRAZ

Balaton



Image © 2009 Aerodata International Surveys

© 2007 Google™

418 m



Jáchymov

Jáchymov

Lípa

Arnoldov



Barbora

Eva

Eduard

Nikola

Jáchymov

Jáchymov

Svornost

Bratstvi

Eva

XIV

Adam

Rovnost II

Marianska

Lipa

Vykmanov C a L

Arnoldov

Dálkový průzkum Země

- <https://www.youtube.com/watch?v=BPbHDKgBBxA>

definice

- Pod pojmem dálkový průzkum Země (DPZ) (*Remote Sensing*) se rozumí **zkoumání, měření a zobrazování** objektů a jevů v krajinné sféře **bez přímého fyzického kontaktu s nimi.**
-

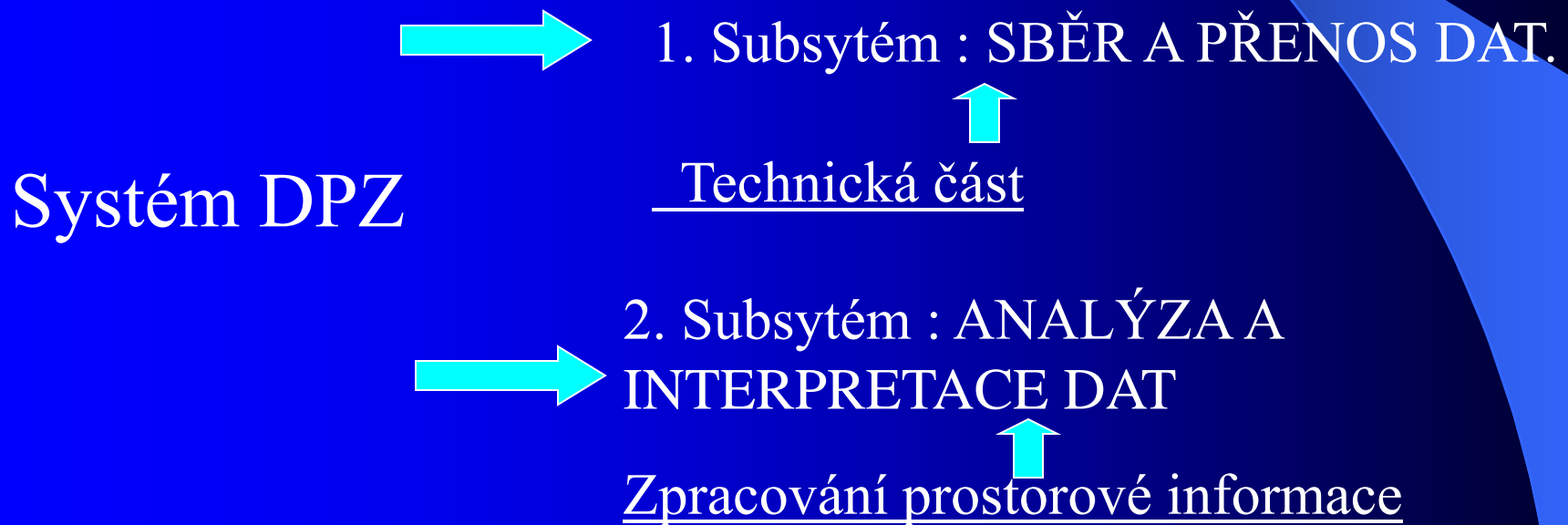
DPZ - procesy

. DPZ zahrnuje problematiku:

- zhotovování,
 - přenosu,
 - zpracování,
 - vyhodnocení (interpretace),
 - analýzu
 - a využití
-
- snímků a obrazových záznamů z letadel
 - a vrtulníků a dnes zejména z družic.

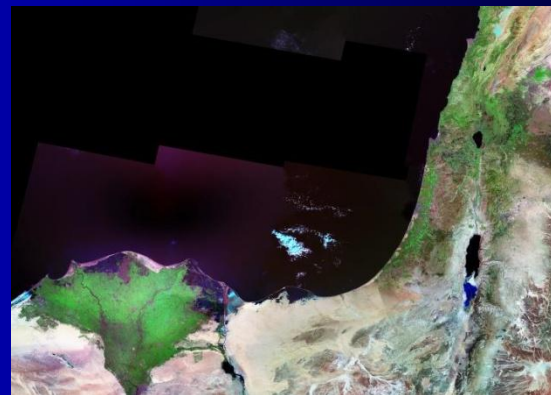
Systemy DPZ

- DPZ je jednou z moderních informačních technologií

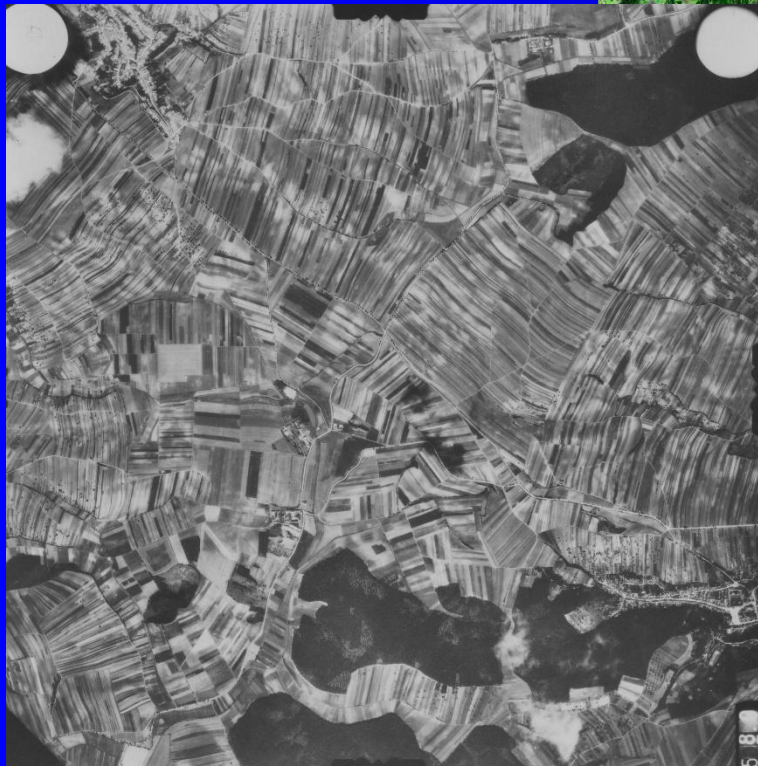


Materiály

- Výsledkem DPZ jsou obrazová data z letadel a družic:
- **letecké snímky/data**
- **družicové obrazové záznamy**
(zpracované v digitální či analogové formě)



ukázky obrazová data z letadel a družic

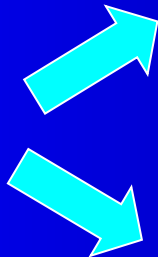


obrazové materiály

letecká a družicová data obsahují prostorovou informaci

obdobně jako topografické či tématické mapy

prostorovou informace



polohová informace
(poloha , tvar , velikost)

tématická informace
(druh vegetace, hloubka vody,
zdravotní stav lesa atd.)

metody DPZ

- data DPZ se získávají



klasickými metodami

fotografie,
analogová forma



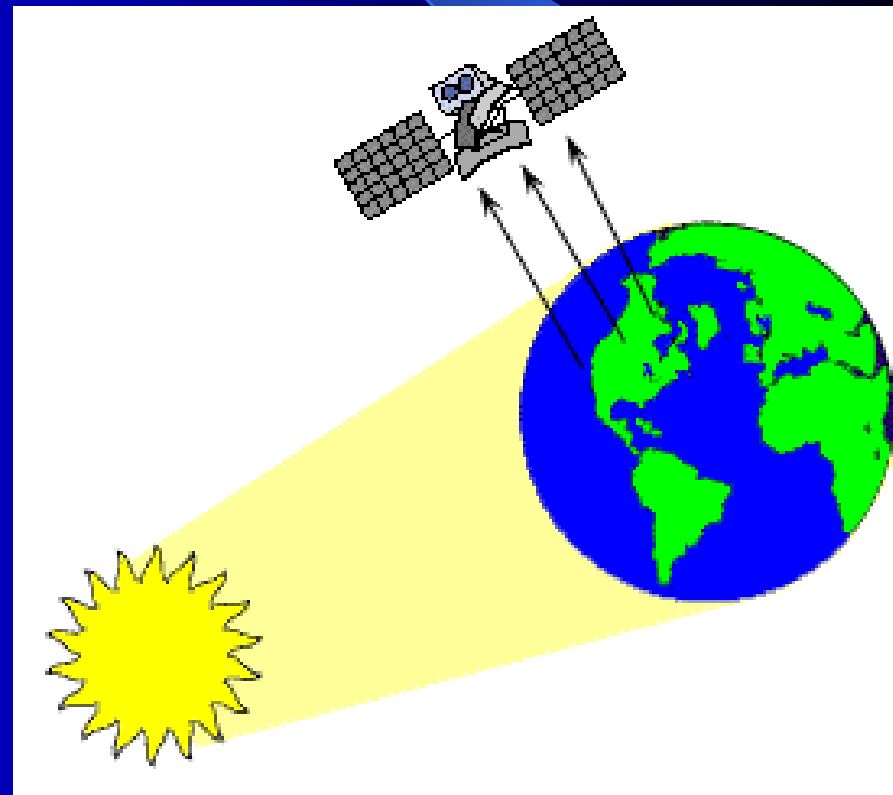
nekonvenčními metodami

skenované snímky,
digitální forma

V části interpretační se metody prolínají

Metody DPZ

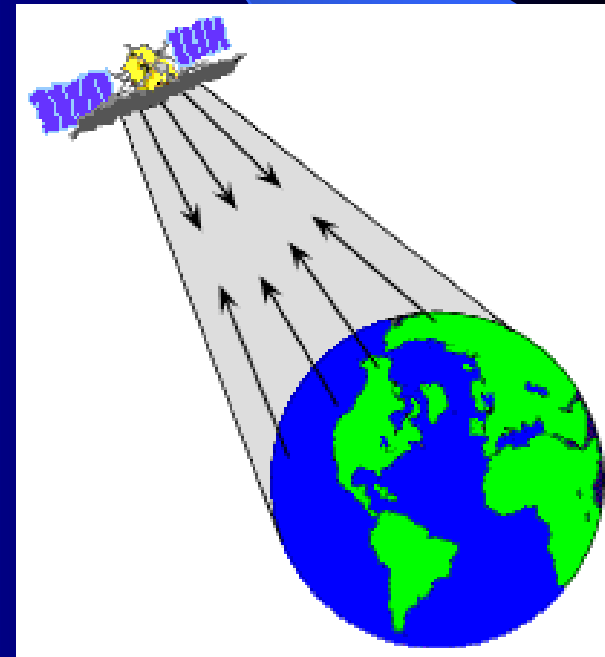
- podle zdroje elektromagnetického záření:
- 1.pasivní :
 - přímé - odražené sluneční záření
 - nepřímé – odražené vlastní vyzařování objektu např. termovize



Pasivní přímé metody

Metody DPZ

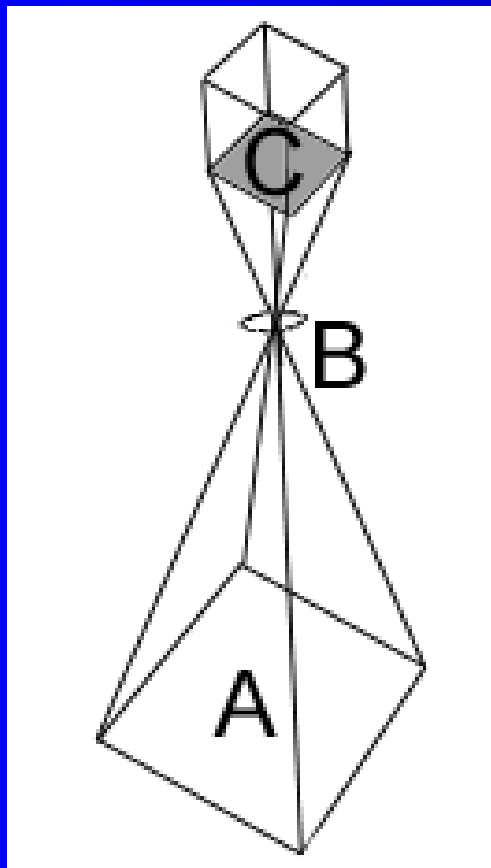
- 2. aktivní – záření je vysíláno ze zdroje umístěného na nosiči, odražené záření je zachyceno na nosiči - radar



Klasické fotografie z letadel

- vznikají centrální projekcí na citlivé fotografické vrstvy
- v jeden okamžik
- kladem značný detail → konstrukce přesných topografických map
- z letadel, balónů, příp. družic, raketoplánů (tj. nosičů)

centrální projekce tj. středové promítání a jeho zkreslení

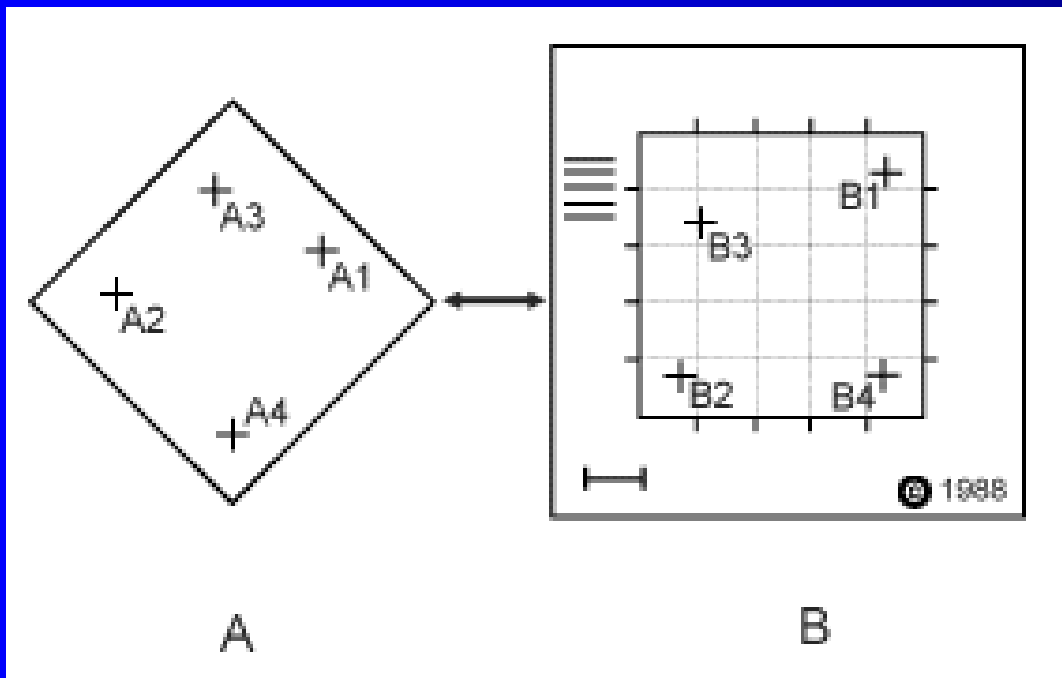


zkreslení fotografií ve
středovém promítání

tabule

ortorektifikace

proces, kdy snímek ve středovém promítání
přepočítáme na snímek kolmý v každém bodě a
umístíme do souřadné soustavy



dělení leteckých měřičských snímků

- podle sklonu záběru:
 - svislé $\pm 5^\circ$
 - šikmé
 - vodorovné $85 - 90^\circ$

ukázka



Image © 2009 Aerodata International Surveys

Google™

418 m
85" S 2°17'28.66" V

Datový proud 100%

Výška pohledu 1.45 km



Výhody a nevýhody kolmých a šikmých snímků



Svislé snímky - výhody

- - připomíná do značné míry plán fotografovaného území
- - je možno provádět měření jako na mapě
- - měřítko je na celém snímku přibližně stejné
- - snadné srovnání s mapou daného území
- - montáž jednotlivých snímků v souvislých obraz fotografovaného území – fotoschema.



svislé snímky - nevýhody

- kolmost pohledu



- - nezvyklý obraz (netradiční vertikální pohled na území,



- obtížnější čtení a interpretace obsahu svislých snímků (rozlišení objektů spolu s množstvím obsahově nepodstatných prvků vyžaduje určitý cvik a zkušenosti)



Šikmé snímky - výhody

- - pohled je přirozenější (s perspektivou)
- - snadnější rozpoznávání zobrazených objektů i a terénních tvarů,
- - zobrazení mnohem větší rozlohy území

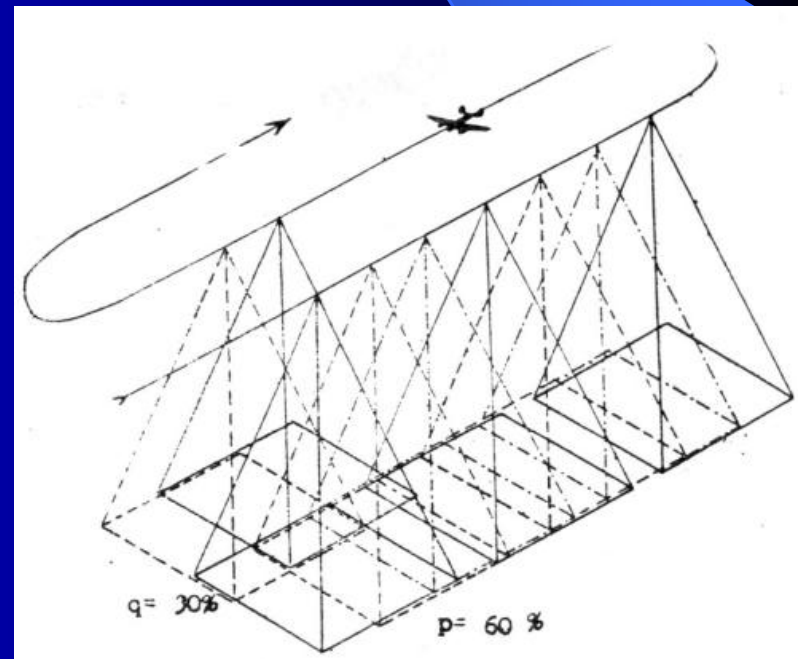


šikmé snímky - nevýhody

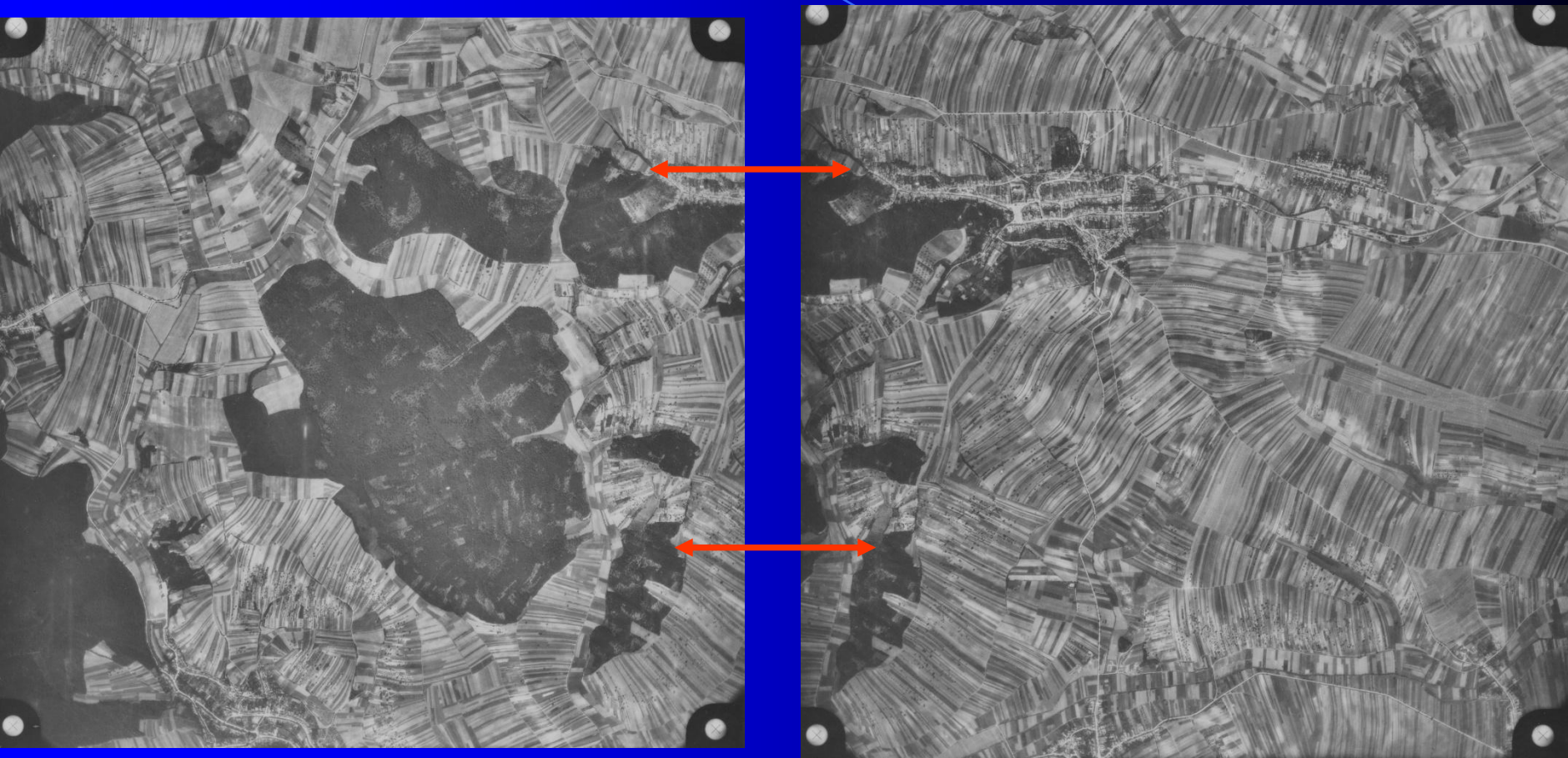
- - nelze ho použít pro přesnou lokalizaci objektu ani pro mapování,
- - měřítko není stálé
- - *pozn. stálé měřítko je pouze na přímkách rovnoběžných s horizontem*

letecké snímkování území

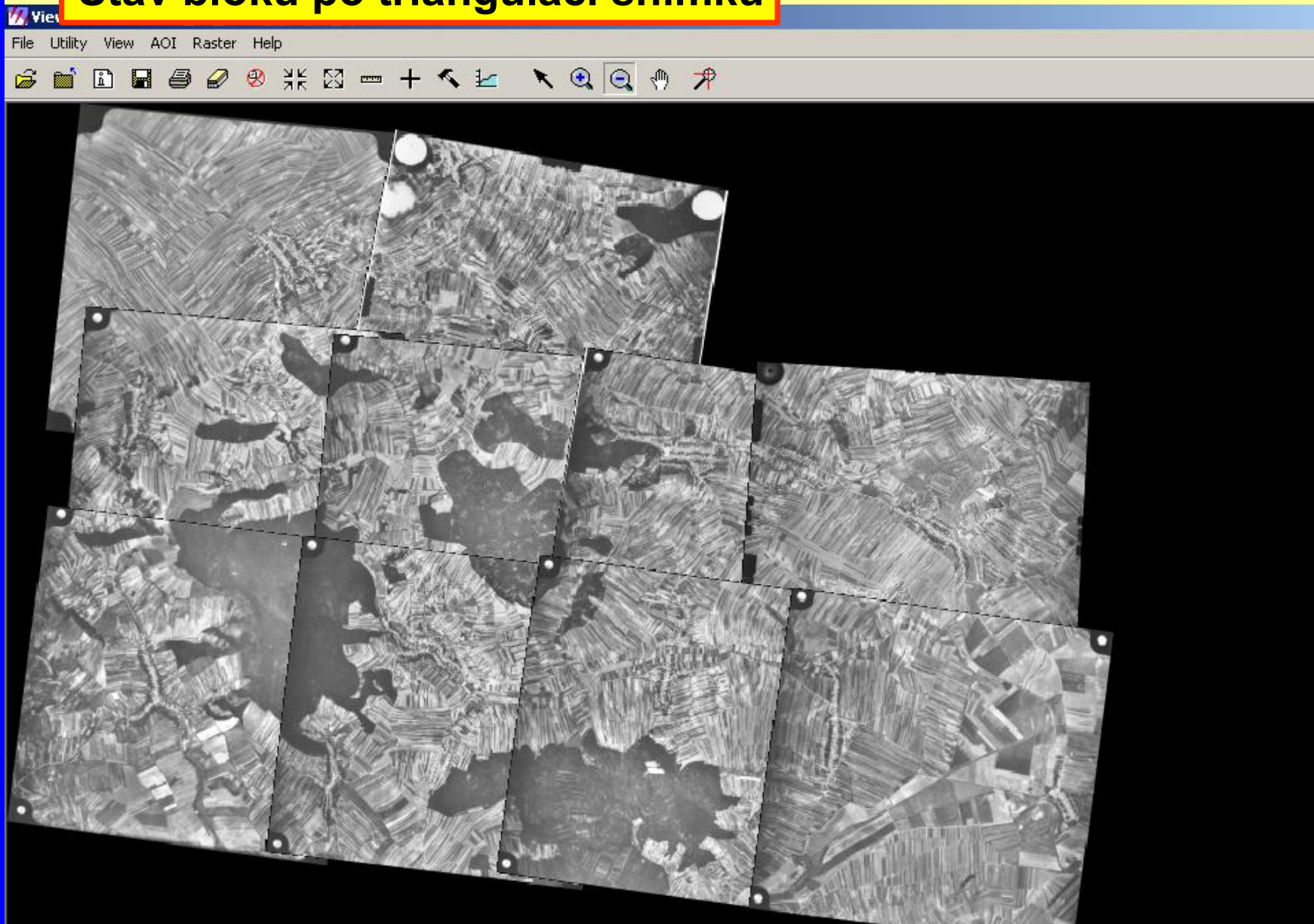
- na jeden snímek
- na více překrývajících se snímků
- překryt podélný obvykle 60 %. (ve směru letu)
- překryt příčný 20-30 %.
(letecké řady)



Sousední dvojice leteckých snímků v digitalizované podobě



Stav bloku po triangulaci snímků



sestava ortorektifikovaných snímků

haraska_pondeli_26_4_3.blk - Leica Photogrammetry Suite - Project Manager

File Edit Process Help

Block - haraska_pondeli_26_

- Images
 - Orthos
 - ortho53_31_cb.img
 - ortho53_21_cb.img
 - ortho53_22_cb.img
 - ortho53_23_cb.img
 - ortho53_24_cb.img
 - ortho53_11_cb.img
 - ortho53_12_cb.img
 - ortho53_32_cb.img
 - ortho53_33_cb.img
 - ortho53_34_cb.img
 - DTMs

Row #	Ortho Name	Online
1	c:/haraska/ortho53_31_cb.img	Yes
2	c:/haraska/ortho53_21_cb.img	Yes
3	c:/haraska/ortho53_22_cb.img	Yes
4	c:/haraska/ortho53_23_cb.img	Yes
5	c:/haraska/ortho53_24_cb.img	Yes
6	c:/haraska/ortho53_11_cb.img	Yes
7	c:/haraska/ortho53_12_cb.img	Yes
8	c:/haraska/ortho53_32_cb.img	Yes
9	c:/haraska/ortho53_33_cb.img	Yes
10	c:/haraska/ortho53_34_cb.img	Yes

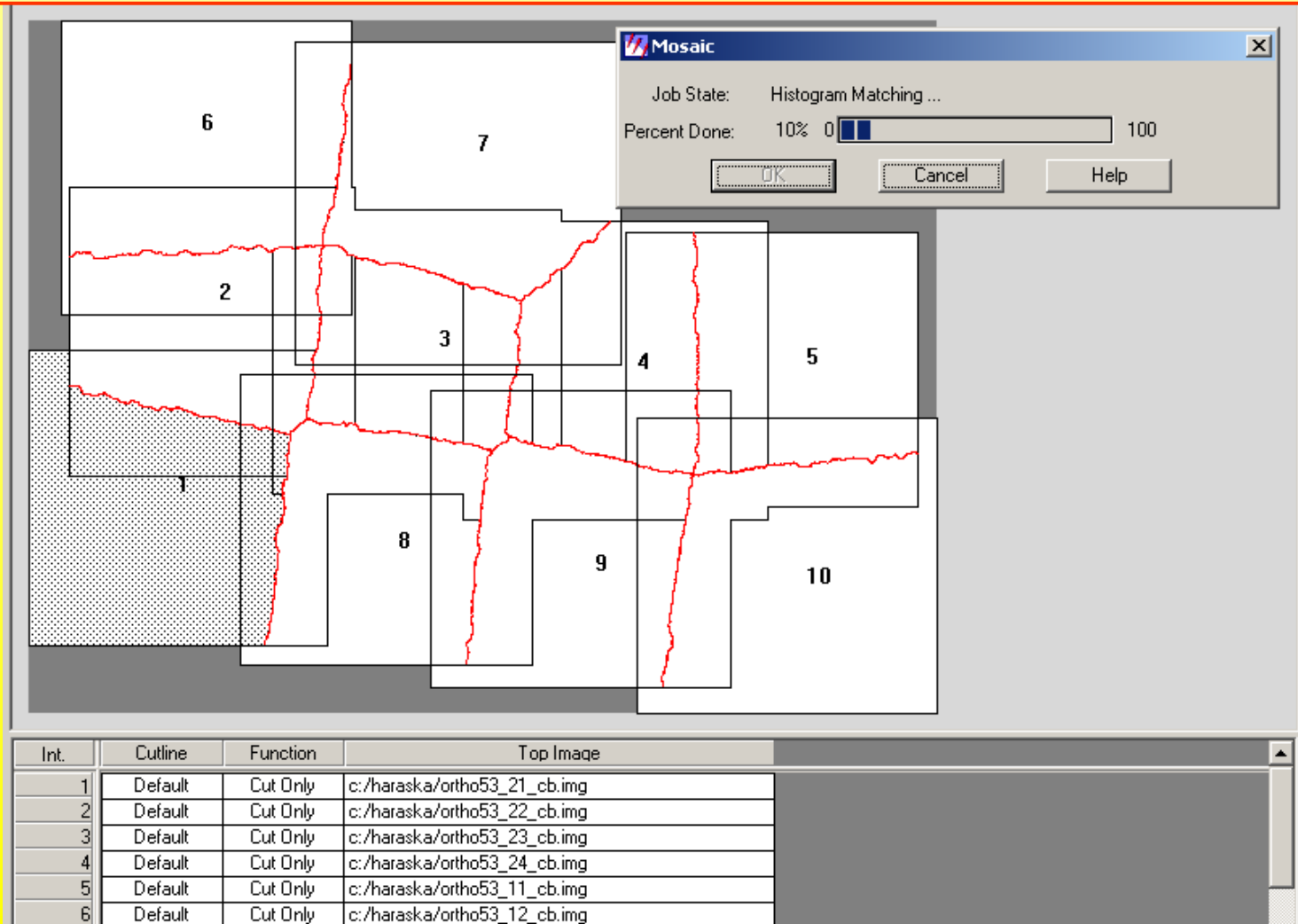
Lícování ortorektifikovaných snímků

RMS– 2,85 pix. tj. 142 cm



Mozaikování ortofotosnímků – bezešvý celek

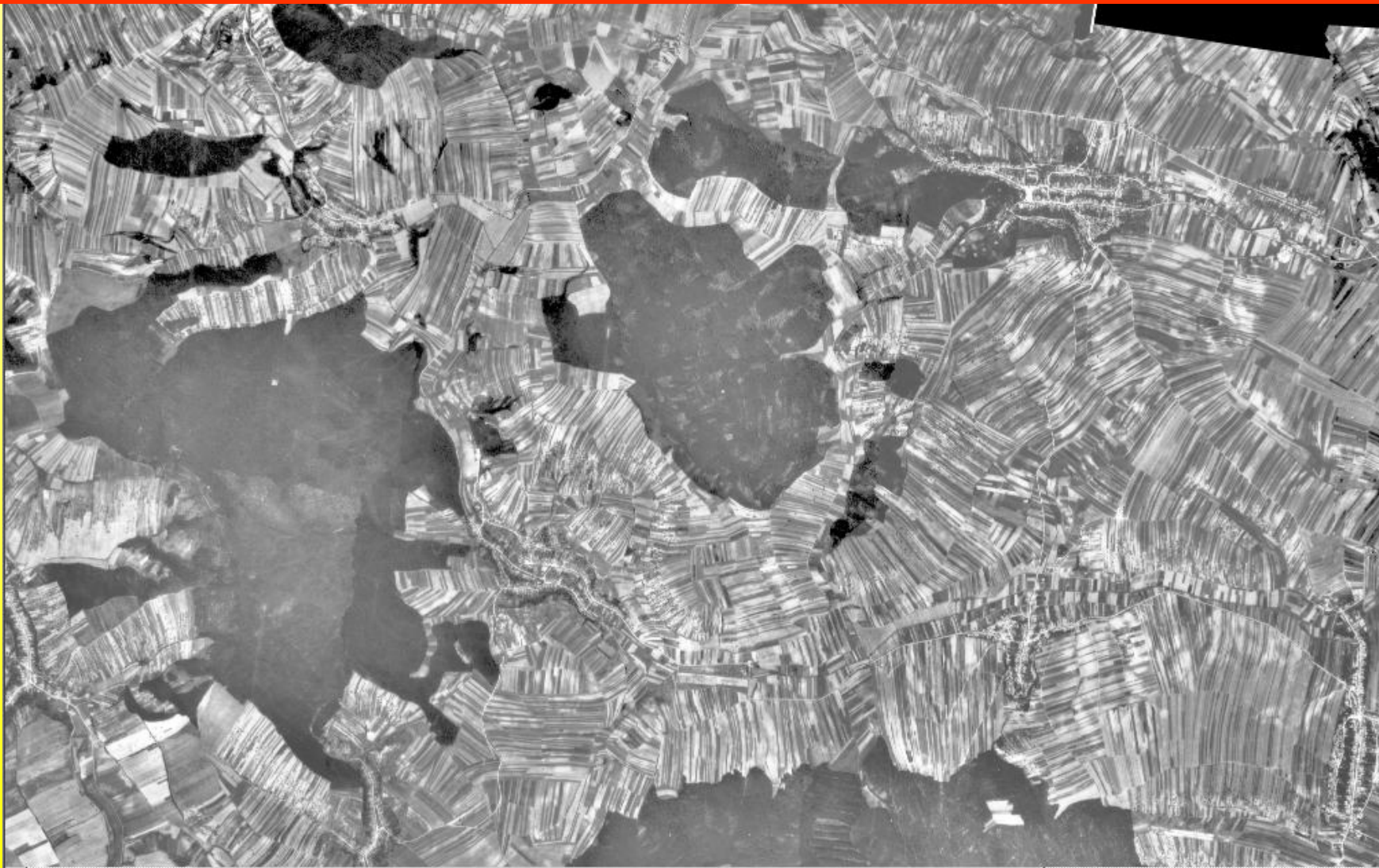
1. Oříznutí okrajů o 5 %
2. Vyrovnání pomocí histogramu
3. Automatické generování linií spojení snímků



The screenshot displays a software interface for creating a mosaic of orthophotos. The main workspace shows a grid of 10 numbered image tiles (1-10) with red lines indicating the boundaries between them. A 'Mosaic' dialog box is open in the top right, showing 'Job State: Histogram Matching ...' and a progress bar at 10%. Below the main workspace is a table listing the image tiles and their properties.

Int.	Cutline	Function	Top Image
1	Default	Cut Only	c:/haraska/ortho53_21_cb.img
2	Default	Cut Only	c:/haraska/ortho53_22_cb.img
3	Default	Cut Only	c:/haraska/ortho53_23_cb.img
4	Default	Cut Only	c:/haraska/ortho53_24_cb.img
5	Default	Cut Only	c:/haraska/ortho53_11_cb.img
6	Default	Cut Only	c:/haraska/ortho53_12_cb.img

Mozaika ortofotosnímků z roku 1953



Ortofotomapy

- Ortofotomapa
- je speciální kartografický model území, jehož polohopisným obsahovým základem jsou letecké (družicové) snímky.
- Ty jsou dále doplněny grafickým barevným zvýrazněním důležitých objektů (silnic jednotlivých tříd, vodních ploch), vrstevnic, geografickým názvoslovím, popisem zeměpisné sítě, legendami apod.

Ortofotomapy

- Poskytují kvalitativně vyšší a aktuální úroveň obrazu geografické reality než běžné mapy stejného území.
- podávají lepší představu o skutečnosti než klasické mapy (znázornění všech geografických objektů je řešeno jenom prostřednictvím formalizovaného klíče mapových značek.)
- jsou zpracovány v konkrétním matematickém zobrazení (projekci), formátu a zvoleném měřítku.

letecké snímky v praxi

- černobílé nebo barevné
- v měřítkovém rozsahu 1:2 000 až 1:30 000
- z výšek větších než 600 m nad terénem.

Využití leteckých snímků

- v tvorbě a údržbě mapových děl – aktualizace map
- vznik **prostorového (stereoskopického) modelu terénu** ze dvou sousedních snímků jedné řady
- **digitální model reliéfu** - průběh vrstevnic , výškové body

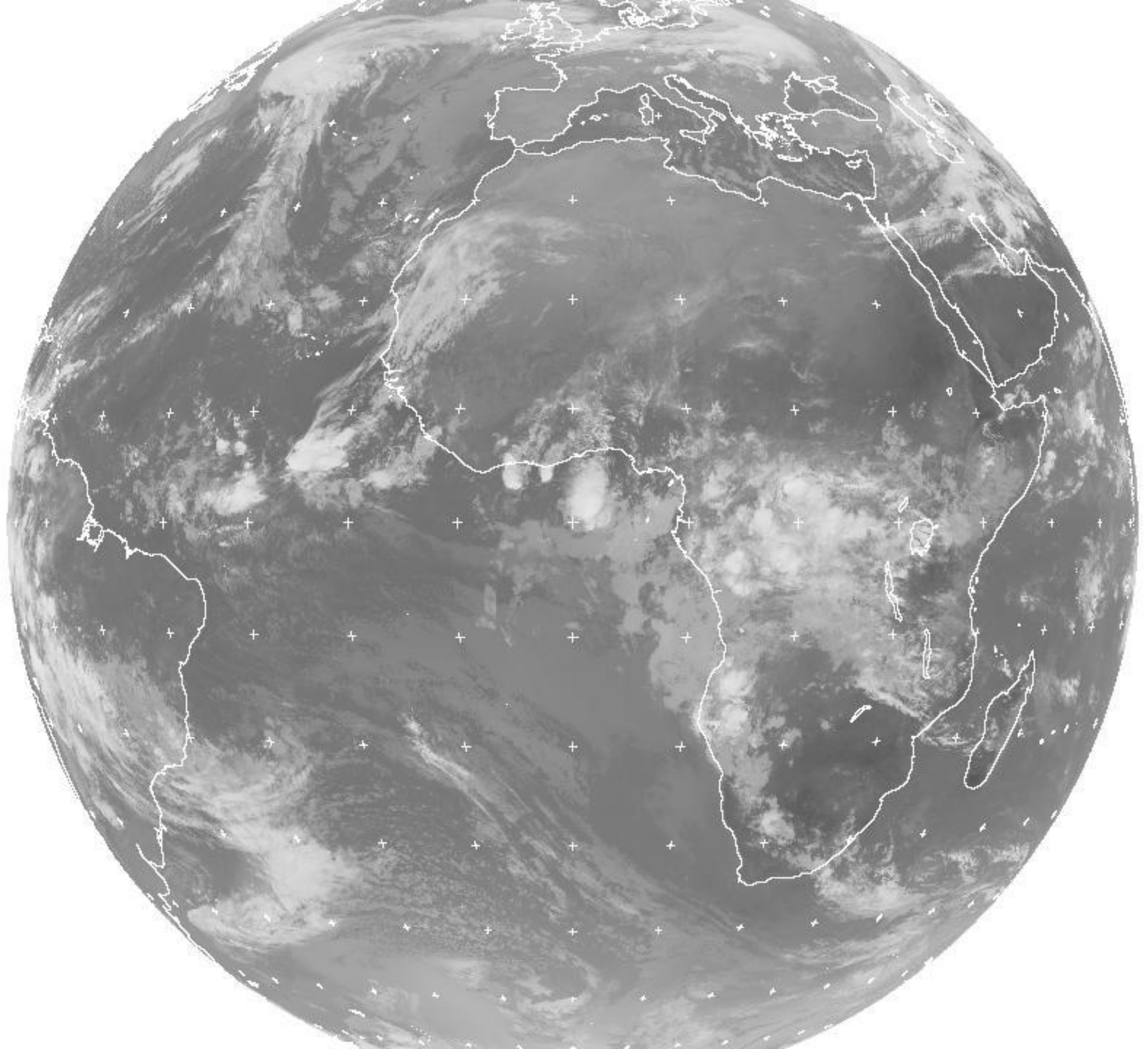
archiv leteckých snímků

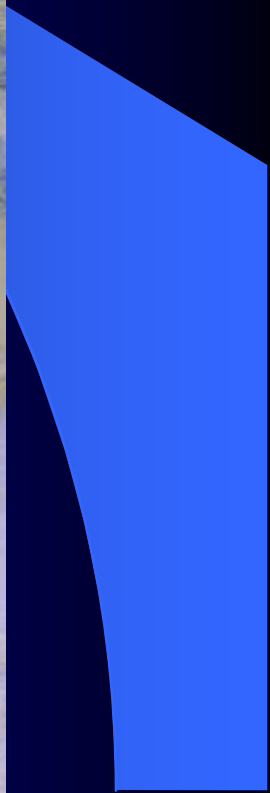
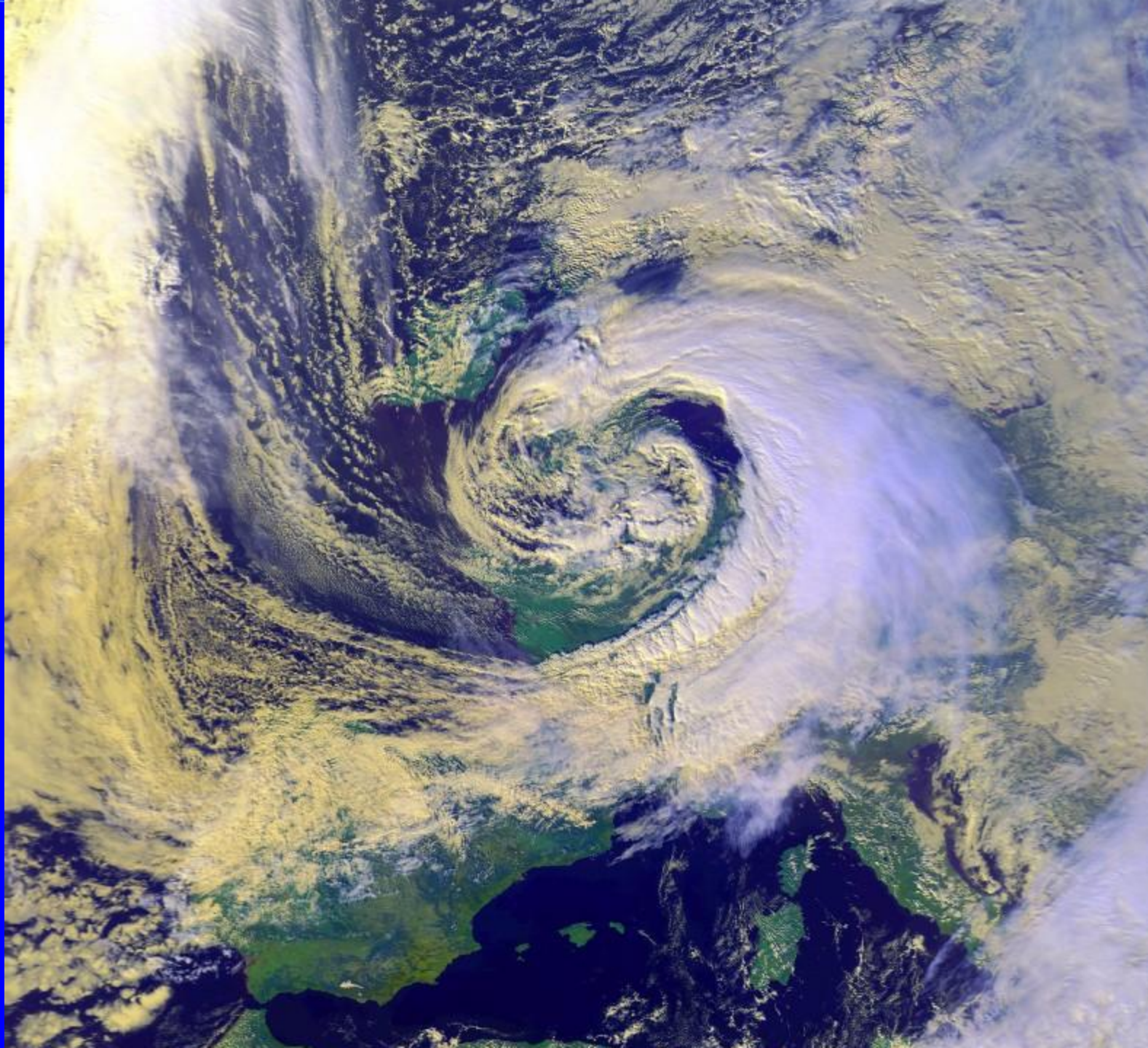
- území Československa snímkováno od r. 1935
- archiv snímků – Dobruška
- využití archivovaných snímků
- v geografii, ekologii – nauka o krajině, vývoj krajiny
- historie
- právní obory a soudy

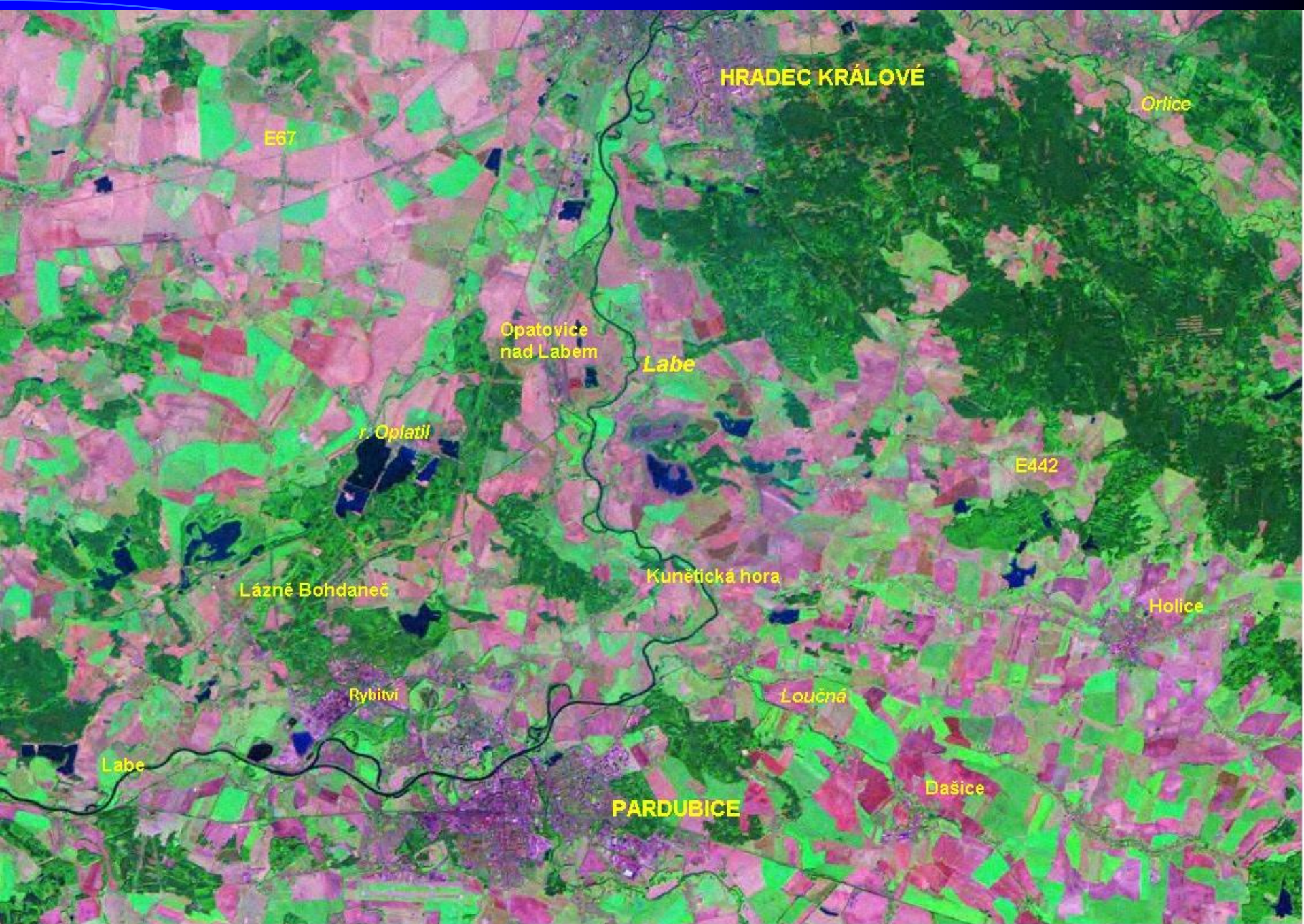
video proměna krajiny

- zpracovaná z:
 - archivních leteckých snímků
 - aktuálních leteckých snímků
 - digitálního modelu reliéfu
- pomocí špičkových geoinformačních technologií

Družicová data







HRADEC KRÁLOVÉ

Orlice

E67

Opatovice nad Labem

Labe

r. Oplatil

E442

Lázně Bohdaneč

Kunětická hora

Holice

Rybitví

Loučná

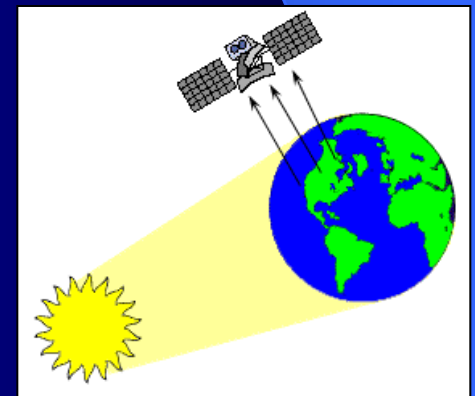
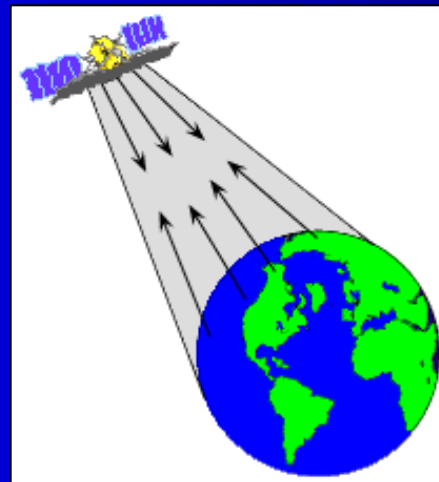
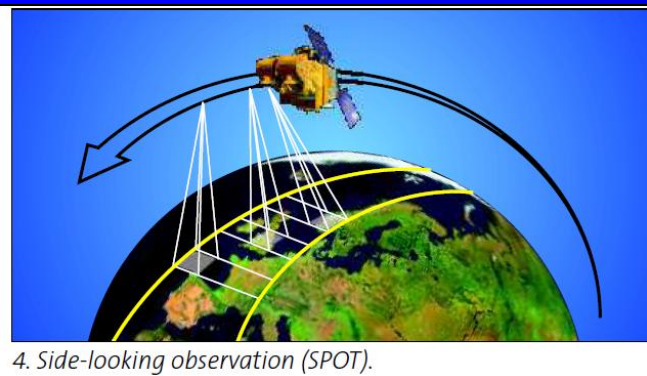
Dašice

Labe

PARDUBICE

snímky

- vznikají řádkováním za pomoci přístrojů:
- 1. na měření radiace – radiometrů
- 2. snímacích rozkladových zařízení – skenerů

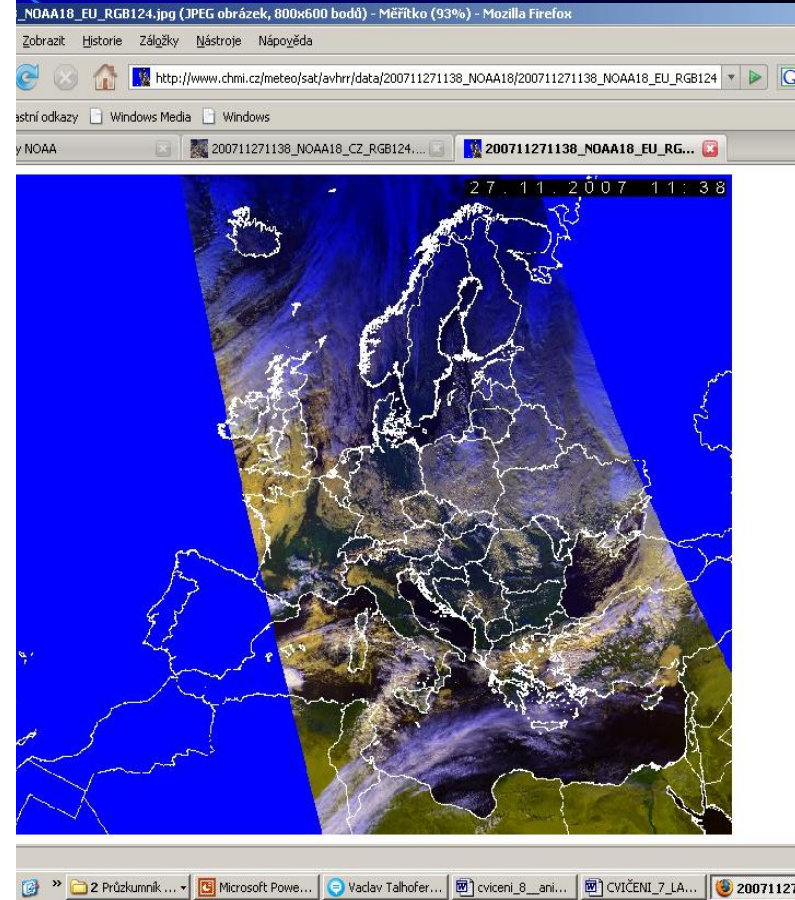
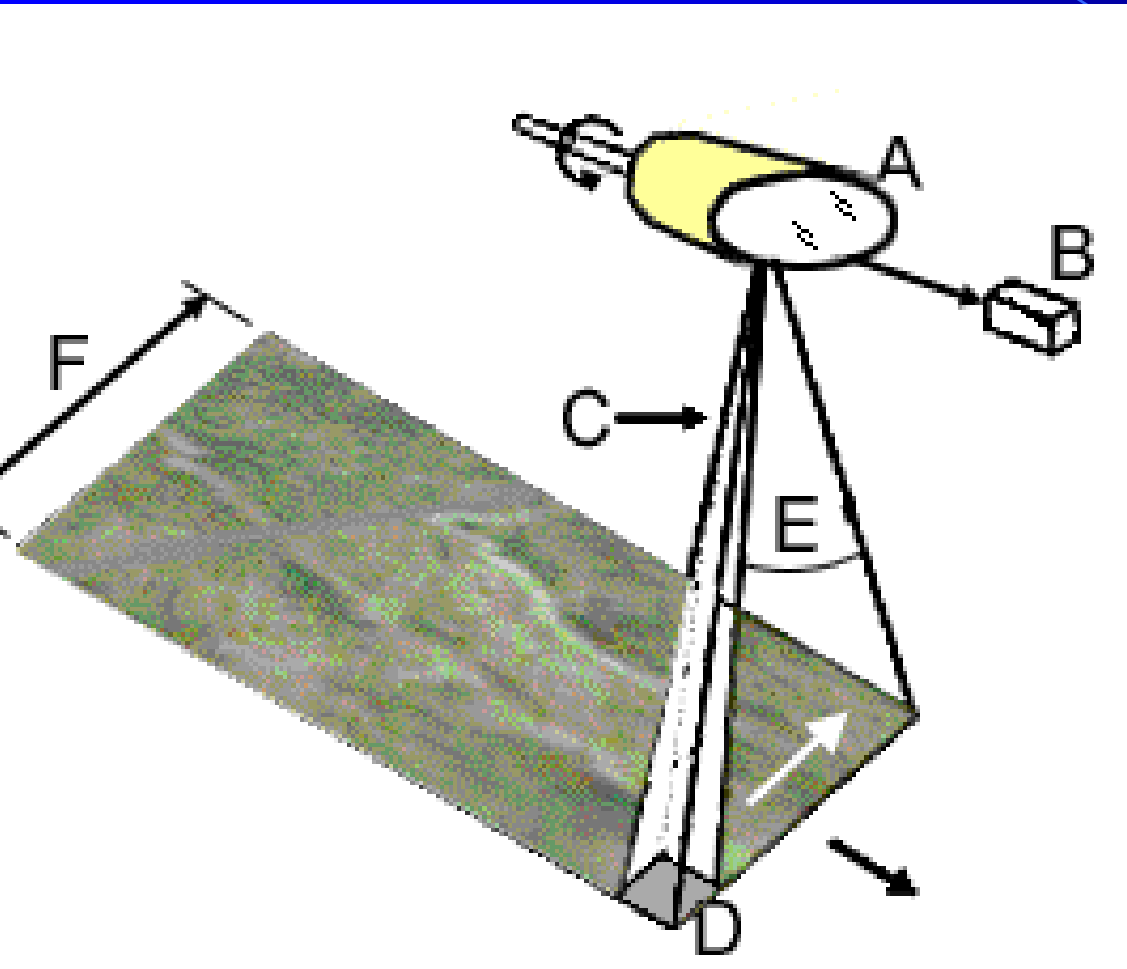


Scény z družic

- vznikají obrazové záznamy (imagery)
- liší se obrazovým detailem
- (detail obecně menší než u fotografie)
- pořizovány v široké části spektra
- poskytovány v číselné – digitální - podobě

- Scény z družic jsou charakterizovány řadou parametrů, které mají bezprostřední vztah k možnostem rozlišení objektů na snímku. U klasických leteckých v analogové formě nelze hovořit o rozlišení – technicky vznikají osvětlením citlivého filmu s jednotkou velikosti detailu daného velikostí zrna citlivé emulze.

Skenování území



Atmosféra

- dobře propouští dlouhovlnné záření
- krátké vlny pohlcuje a rozptyluje



- chladné objekty (vyzařují málo dlouhovlnného záření) jsou hůře detekovatelné

pohlcuje (O_3 , CO_2 , vodní pára)

rozptyluje (částice, aerosoly)



Mississippi

MISSISSIPPSKÁ NÍŽINA

řeka Atchafalaya

Baton Rouge

MISSISSIPPSKÁ NÍŽINA

Lake Maurepas

Lake Pontchartrain

bažiny lemující Grand Lake

New Orleans

umělý kanál pro námořní lodě

Lake Salvador

Marsh Island

pobřežní bažiny

Mississippi

MEXICKÝ

ZÁLIV

Fyzikální podstata DPZ

- Objekty o sobě vydávají informace pomocí silových polí
- silové pole, jehož charakteristika se v DP zaznamenává, je elektromagnetické záření
- částí elektromagnetického záření je i viditelné záření - část spektra, na kterou je citlivý lidský zrak

elektromagnetická energie

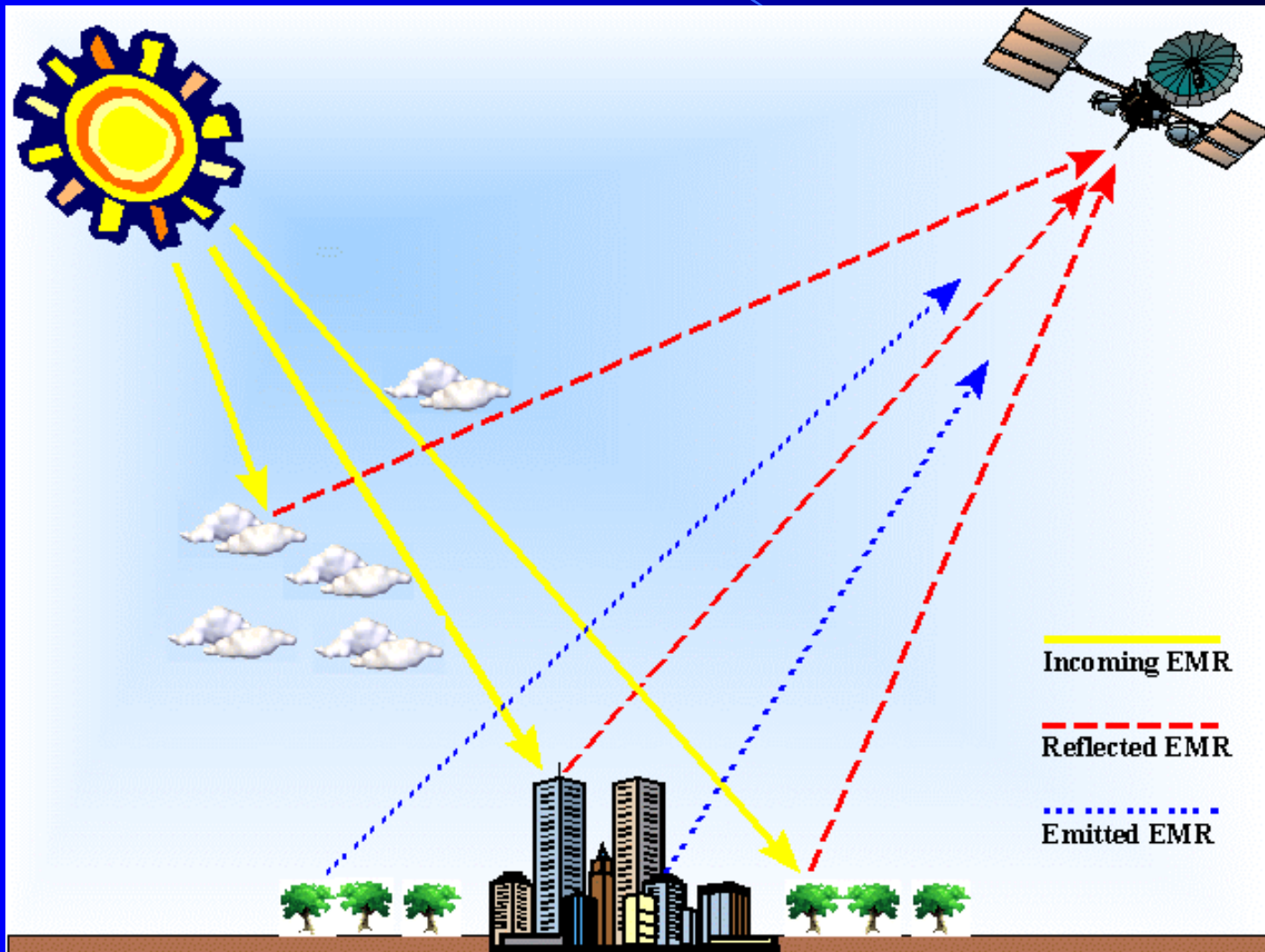
dopadající na zemský povrch může být

- odrážena
- pohlcována
- vedena

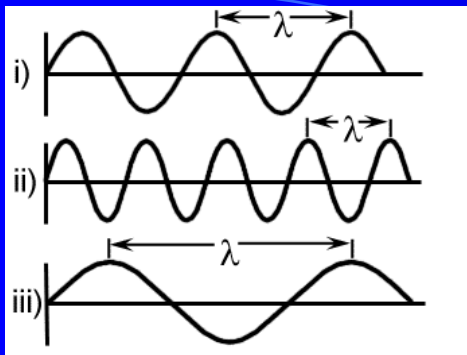
efekt barvy

objekt se jeví jako modrý,
odráží-li především modrou část spektra.

změna odraženého záření



spektrum



infračervené mikrovlnné
blízké, střední, termální televizní,
rádiové

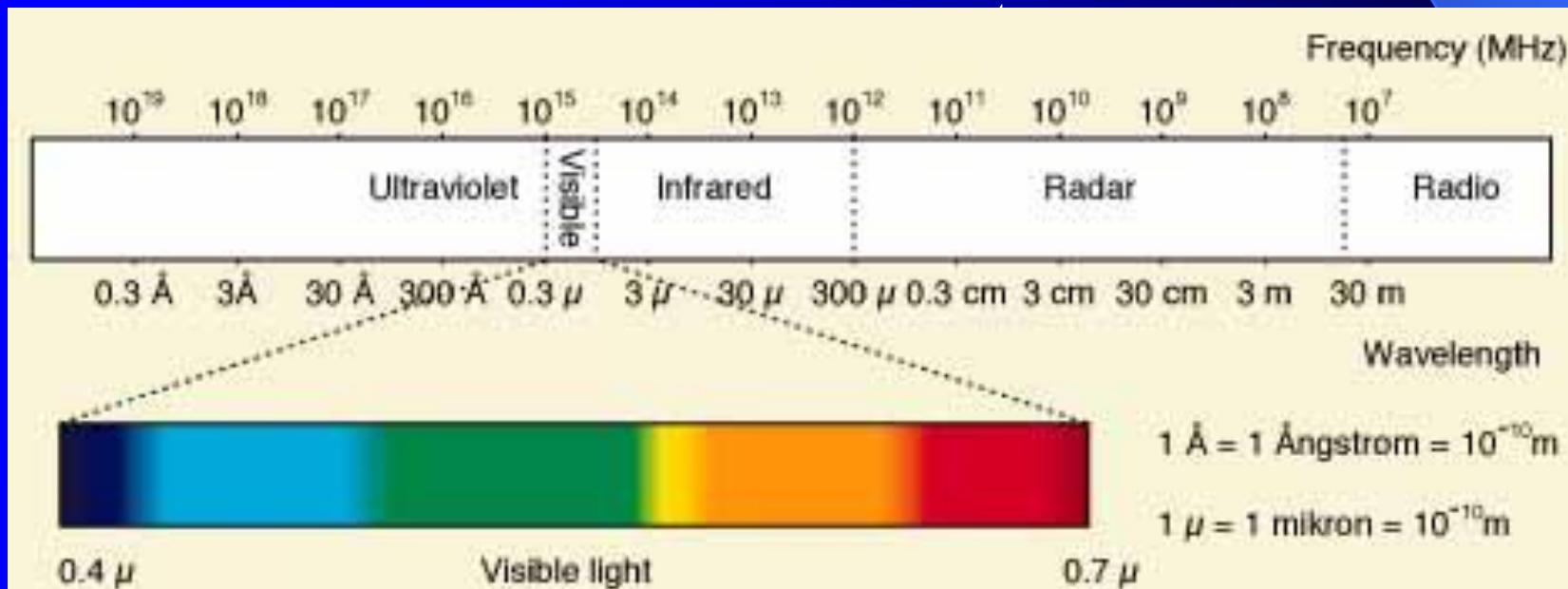
$10^5, 10^6, 10^8$

kosmické
záření 10^{-7}

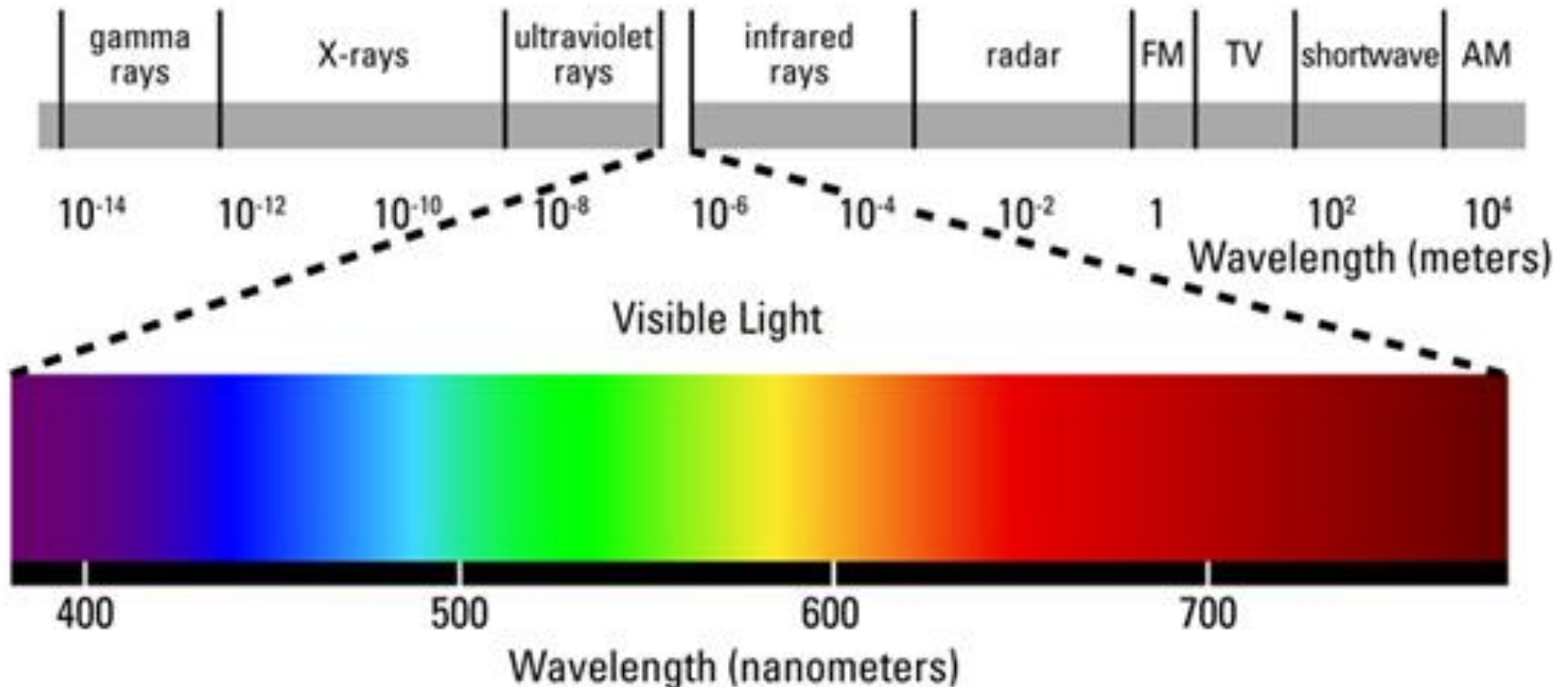
UV
záření

viditelné
BRG

0,4 – 0,7



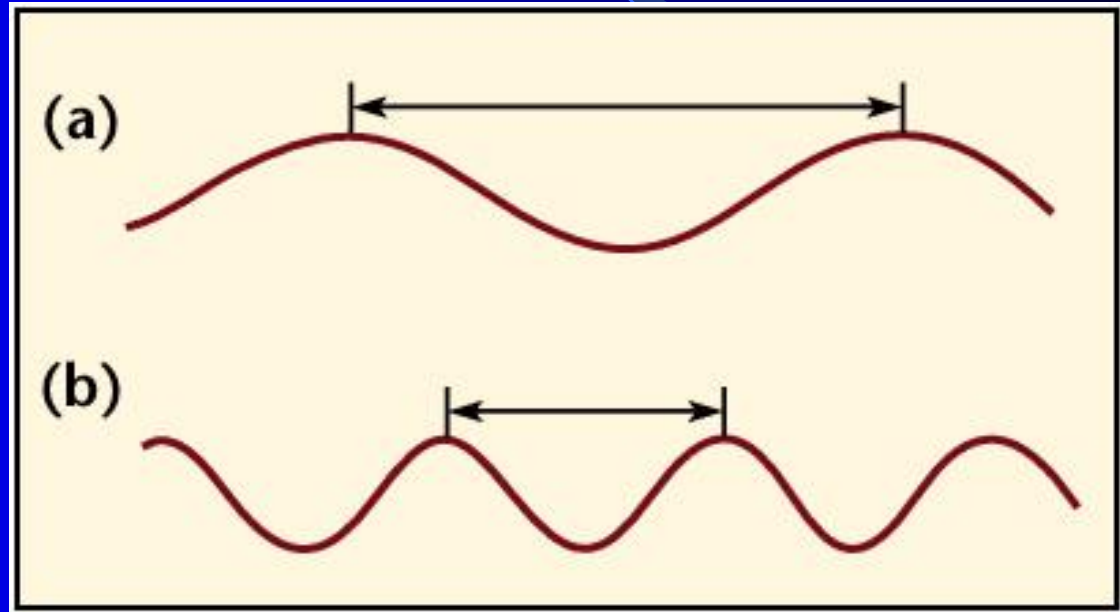
Visible light, the light we see with our eyes alone, is a very small part of the whole spectrum of radiant energy in the universe.



We measure radiant energy in wavelengths,
from crest to crest.

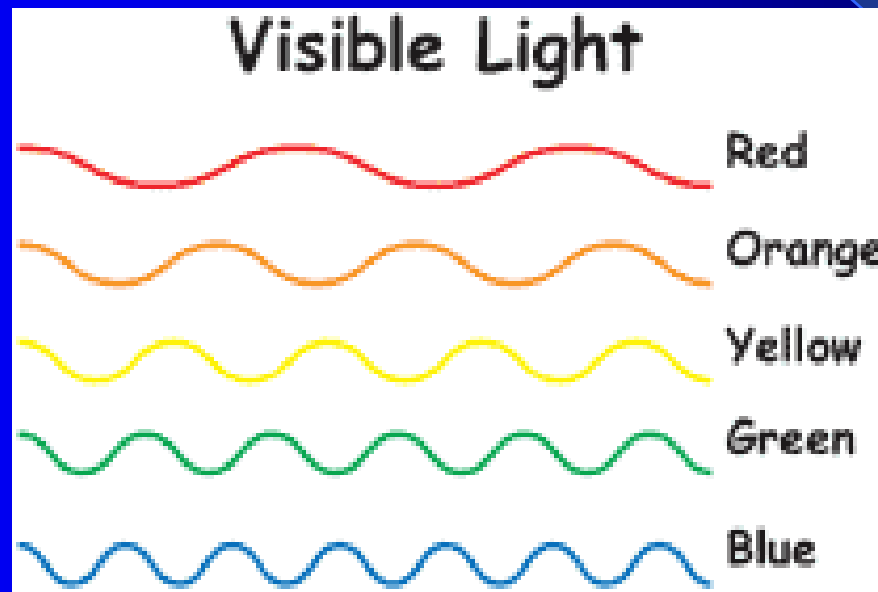
Wavelength (a) →
is longer

than wavelength (b)
→



Colors have different wavelengths!

We see colors as different *because* they have different wavelengths.

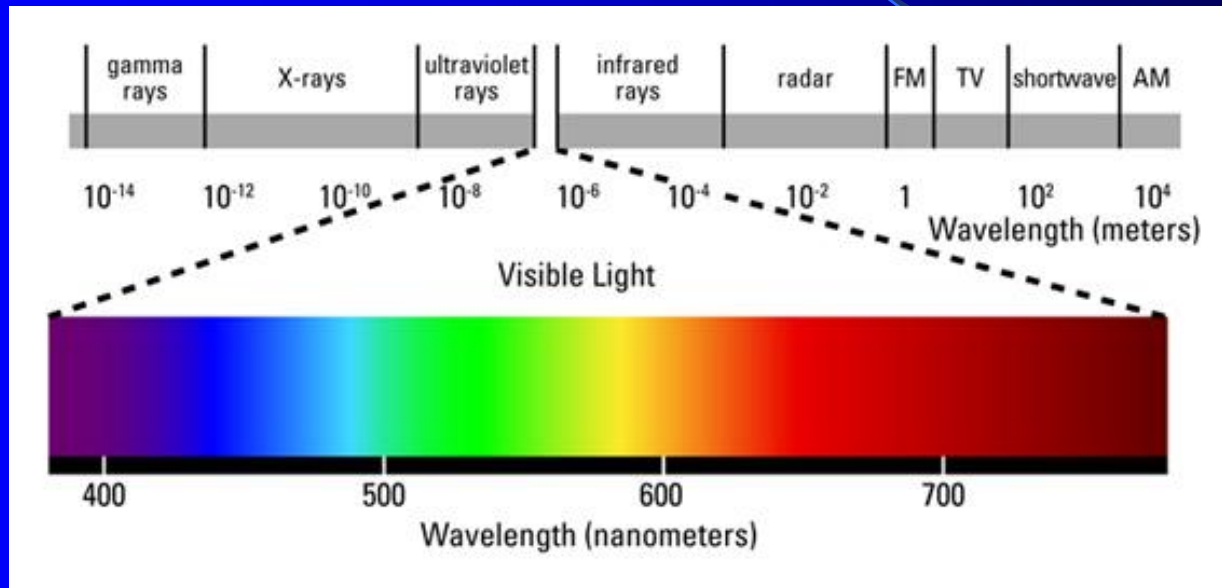


Red has the *longest* wavelengths of visible light, and blue/purple has the *shortest* wavelengths of visible light.

Our eyes detect the entire visible range of those wavelengths, and our brains process the information into separate colors.



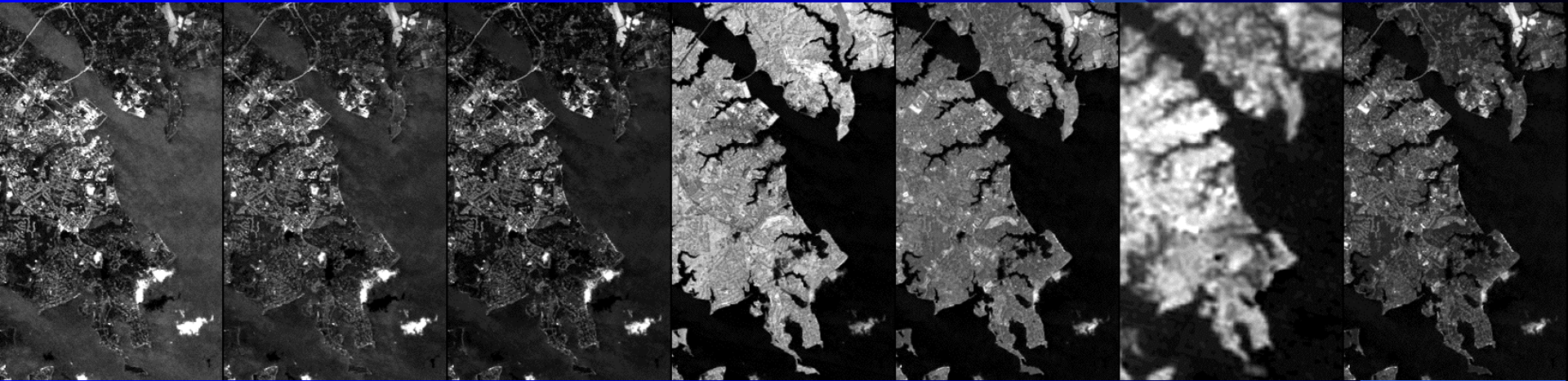
Wavelengths we see as green are about 525-550 nanometers (nm) in length. Wavelengths we see as red are 630-800 nm in length.



The red petals of this poppy flower reflect strongly at wave-lengths of 700 nm.



7 bands of data looked at side by side
in shades of gray

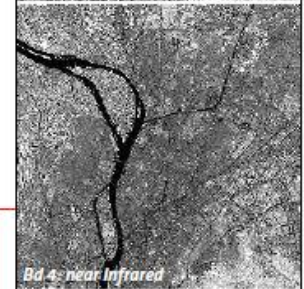
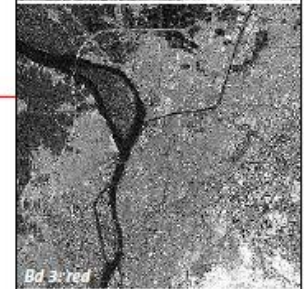
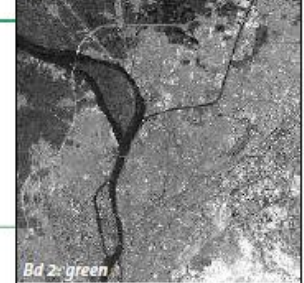
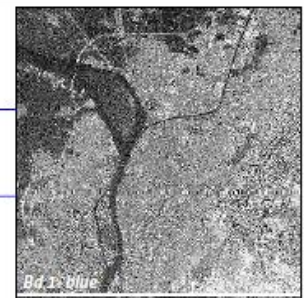
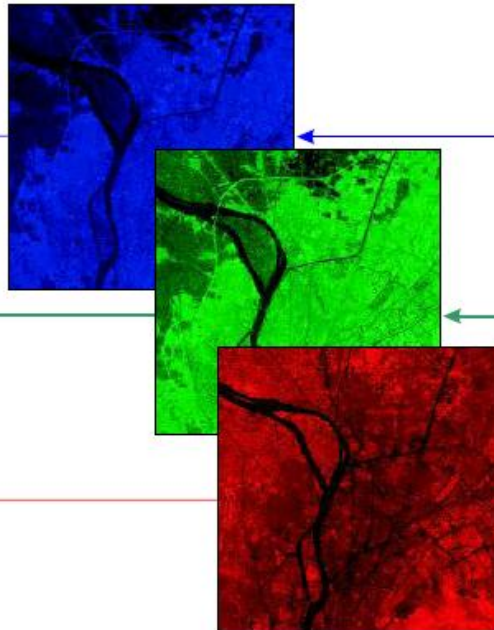
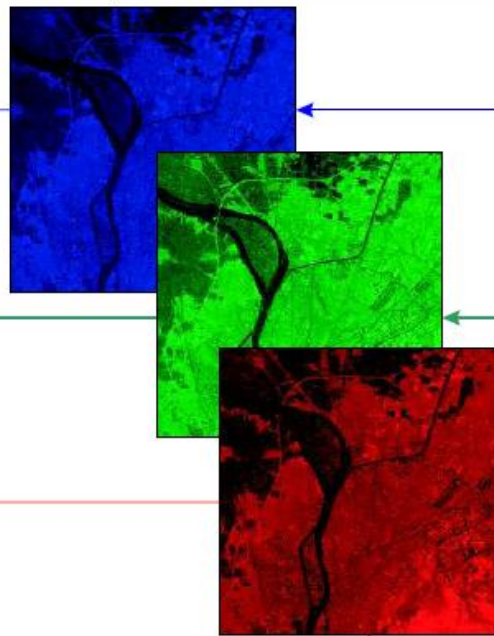


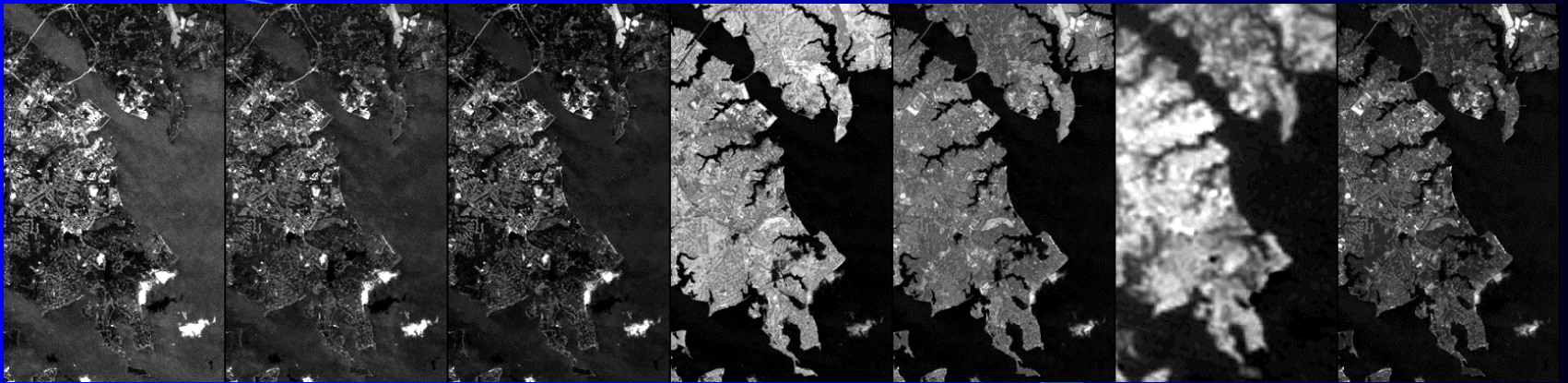


3. Combination of Landsat ETM bands 3,2,1 to form a near real colour satellite image of Cairo.



4. Combination of Landsat ETM bands 4,2,1 to form an infrared false colour satellite image of Cairo





[Redacted]

[Redacted]

1

2

3

4

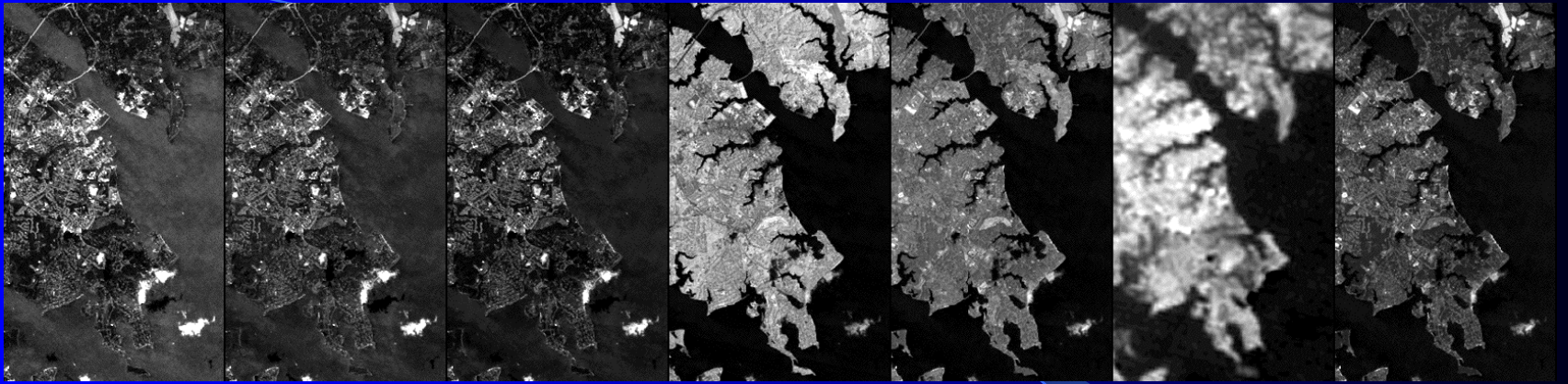
5

6

7

3,2,1





1

2

3

4

5

6

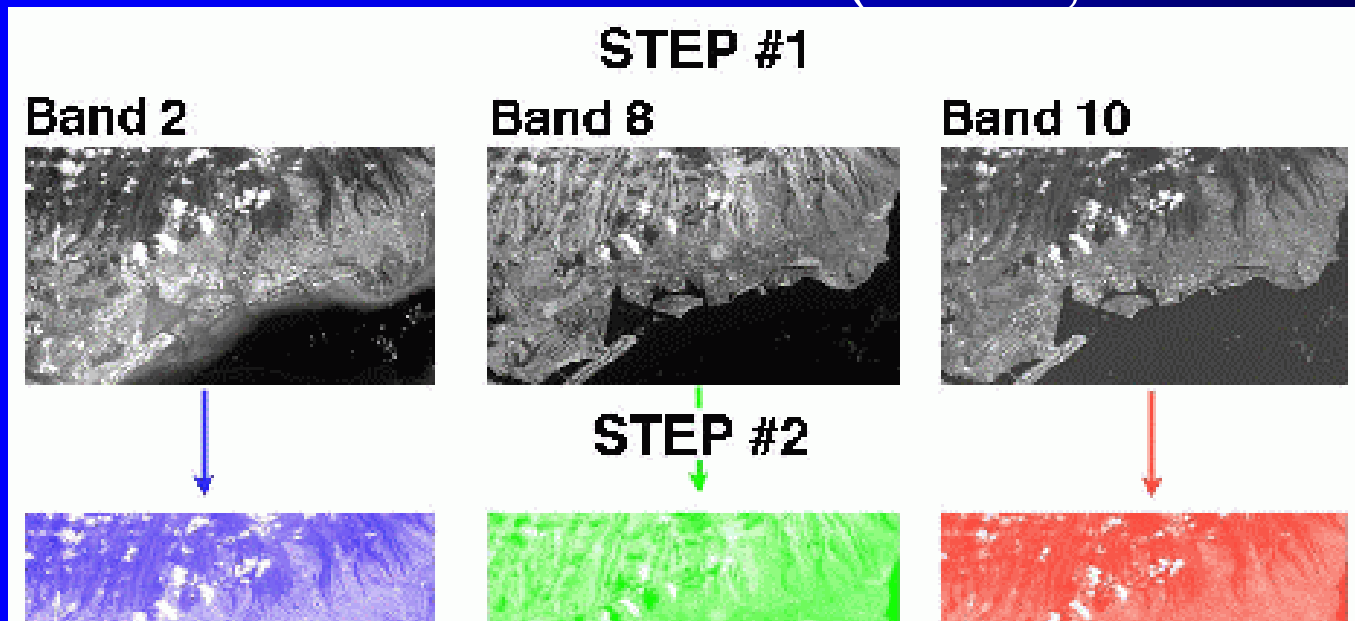
7

4,3,2

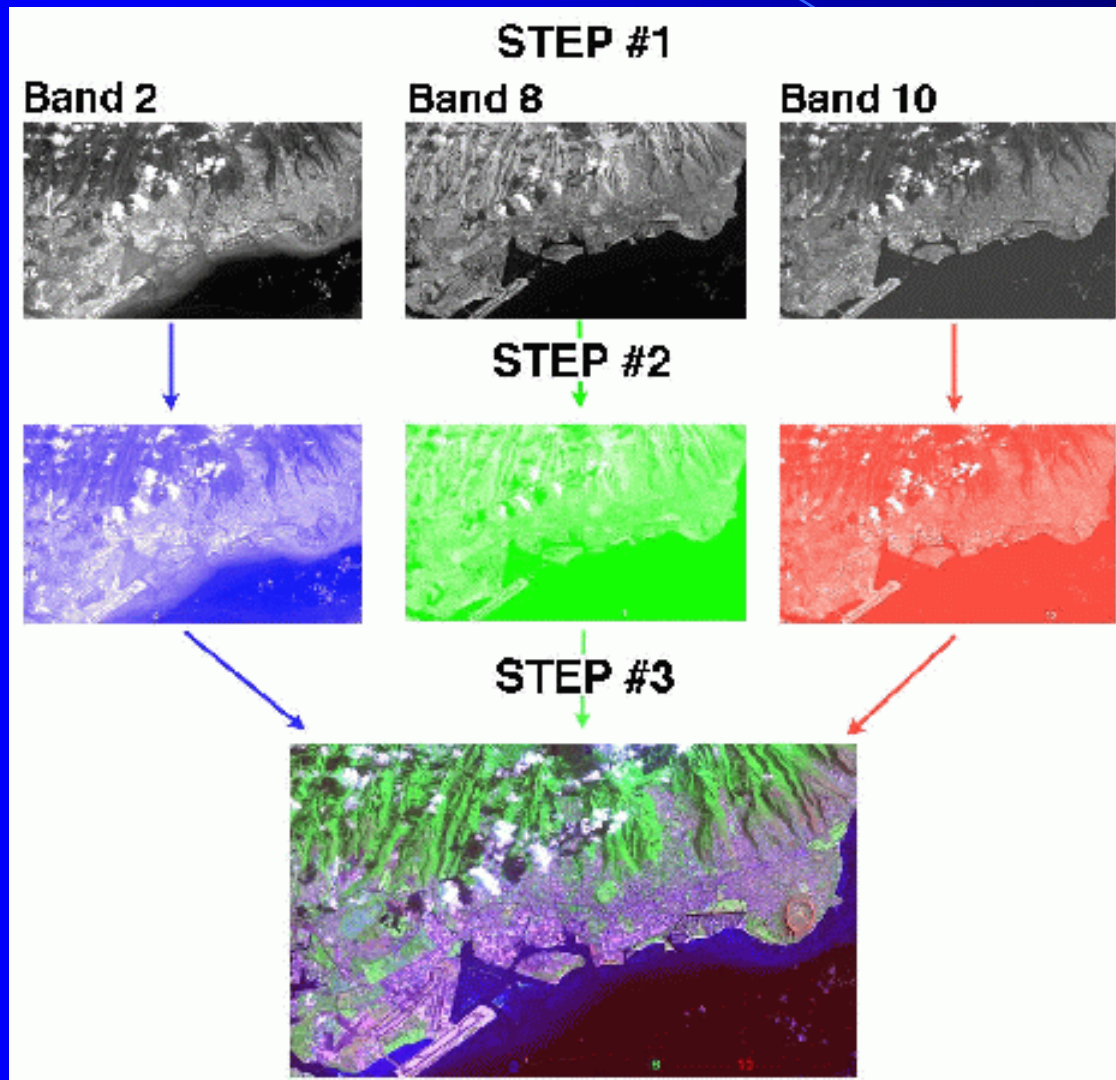


Základní způsoby vizualizace digitálních obrazových dat

- Obrazové záznamy – snímky území – se pořizují v multispektrálním režimu, tj. území je zaznamenáno ve více pásmech – intervalech – kanálech (band, channel)

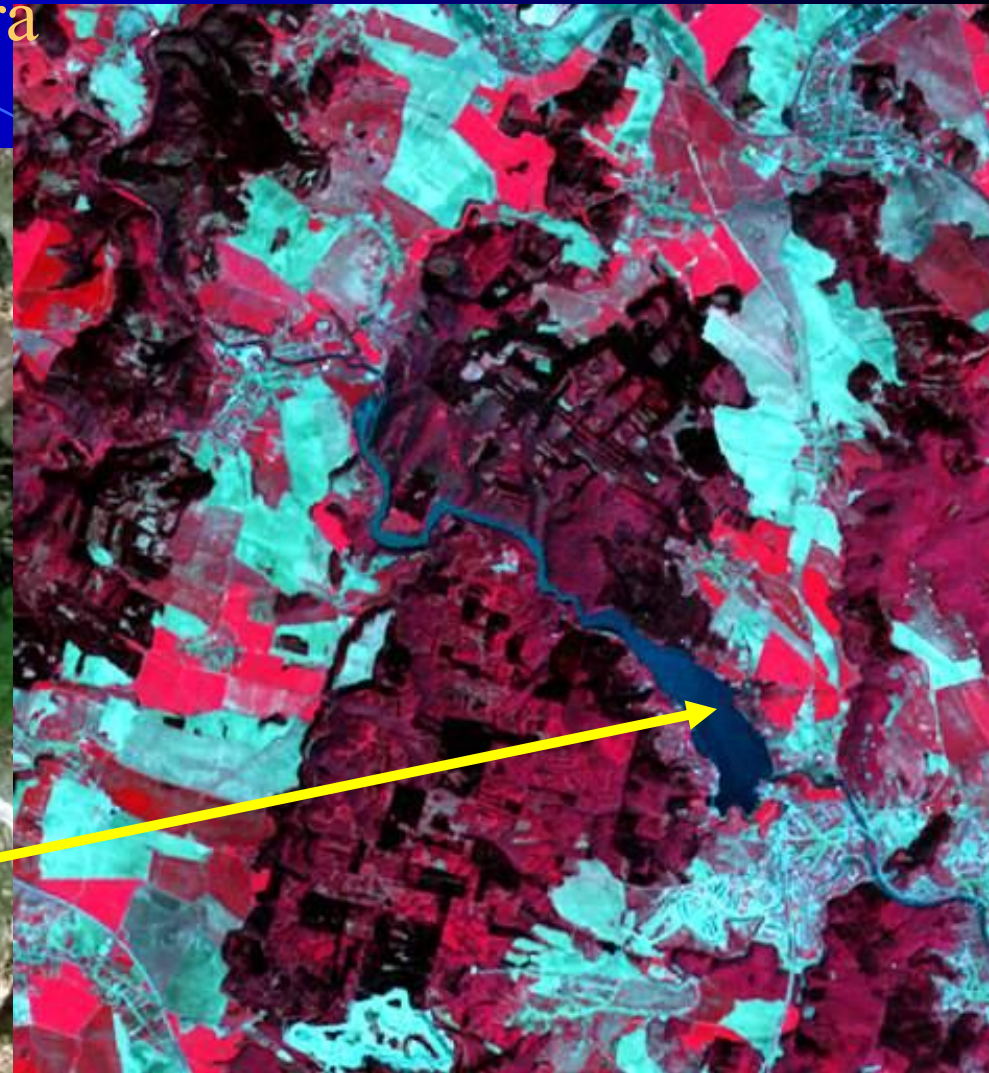


Barevné skládání

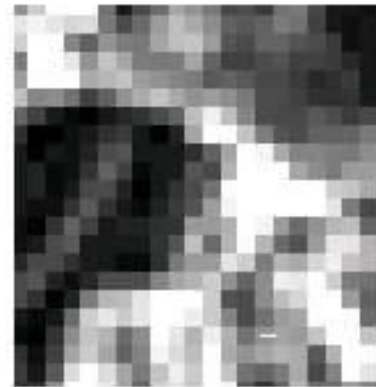


- Černobílý obraz
- Pseudobarevný obraz
- RGB, tj. pásmo červené + zelené + modré
- Barevná syntéza

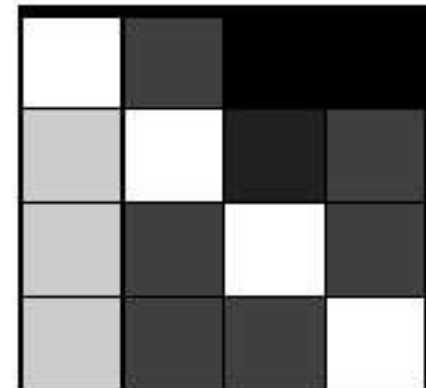
Snímky z různých částí spektra



Převod odstínů černé na číselné hodnoty

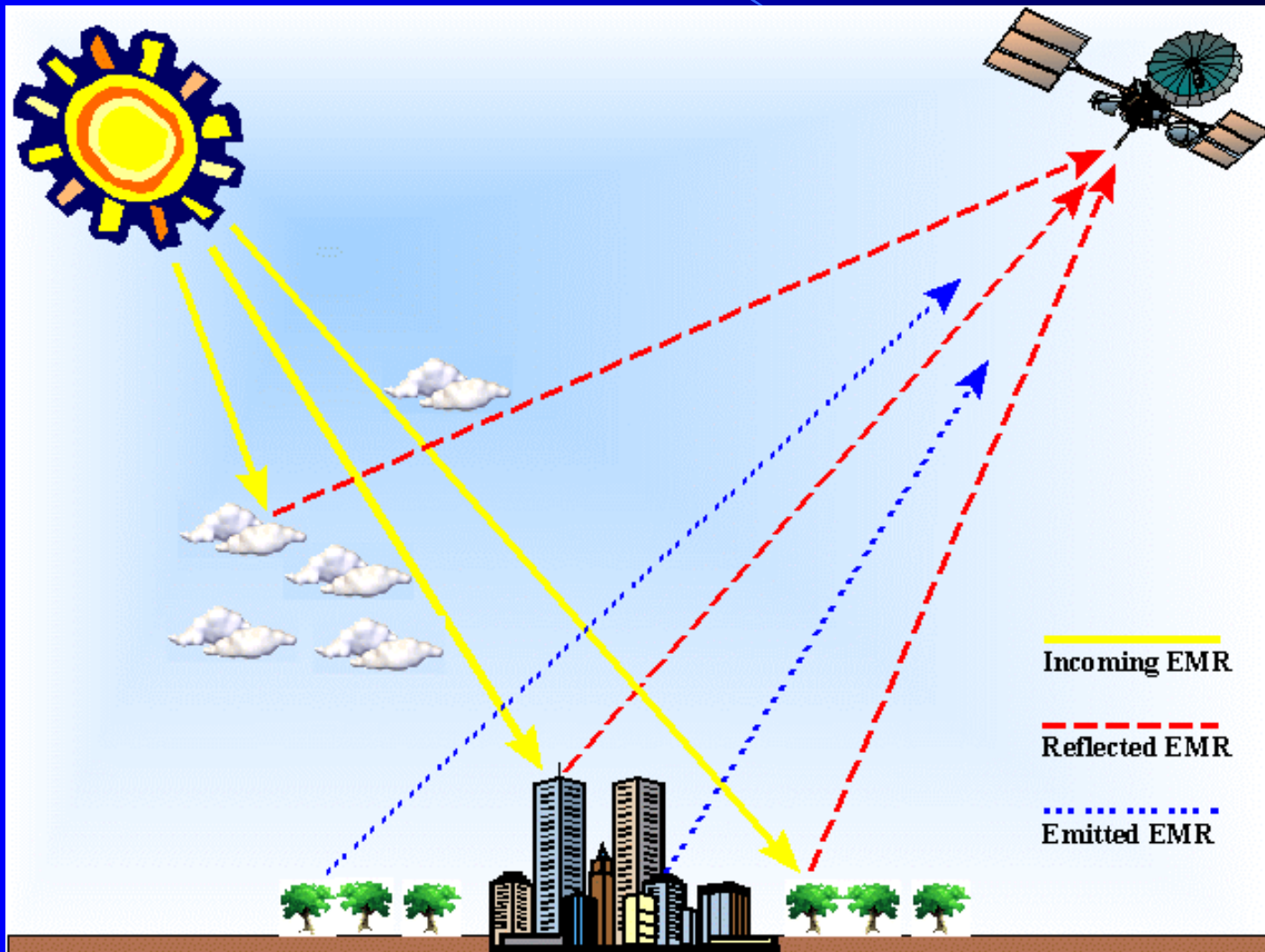


255	40	0	0
180	255	20	40
180	40	255	40
180	40	40	255



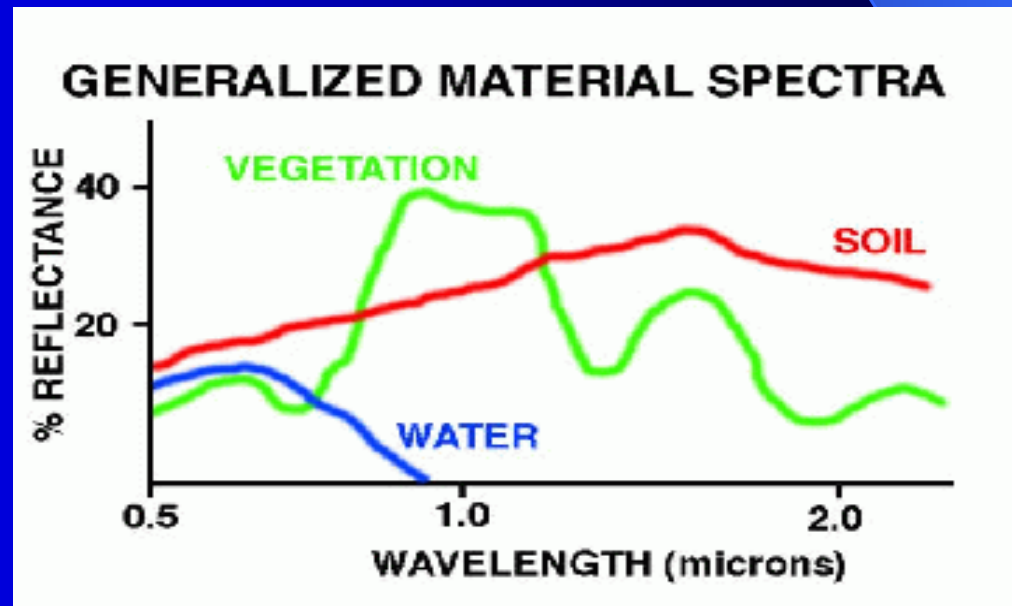
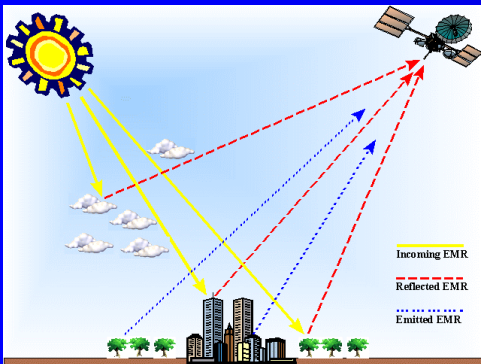
Snímky a jejich
parametry, rozpoznání objektů
na snímku – identifikace
objektu

změna odraženého záření



Teorie spektrálního chování

- Každý typ povrchu odráží určité množství záření v určitých délkách
- každý povrch má typické spektrální chování
- jeho průběh zaznamenává spektrální křivka (tj. kolik a jakého záření konkrétní povrch odráží)

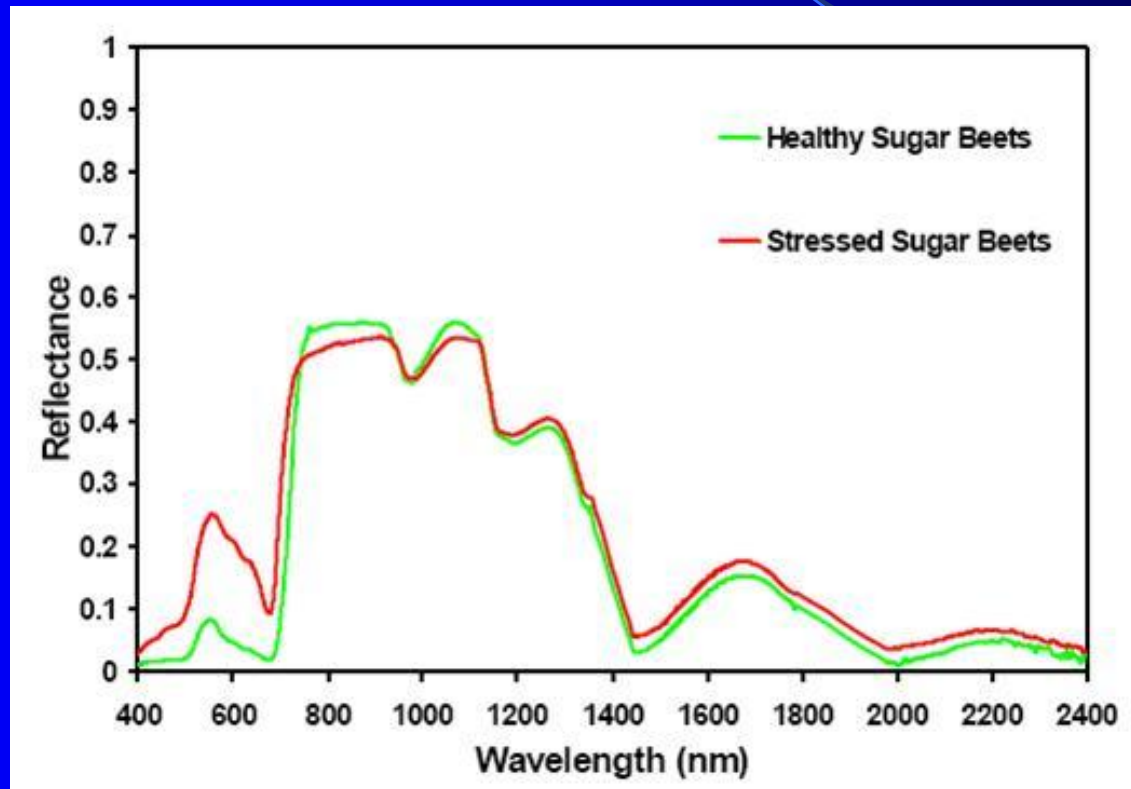


People measure the spectral signatures of different surfaces on the ground. Then when they look at the spectral signature of a surface in a satellite image, they can tell what kind of surface the satellite was looking at.



Researcher with hand-held spectrometer

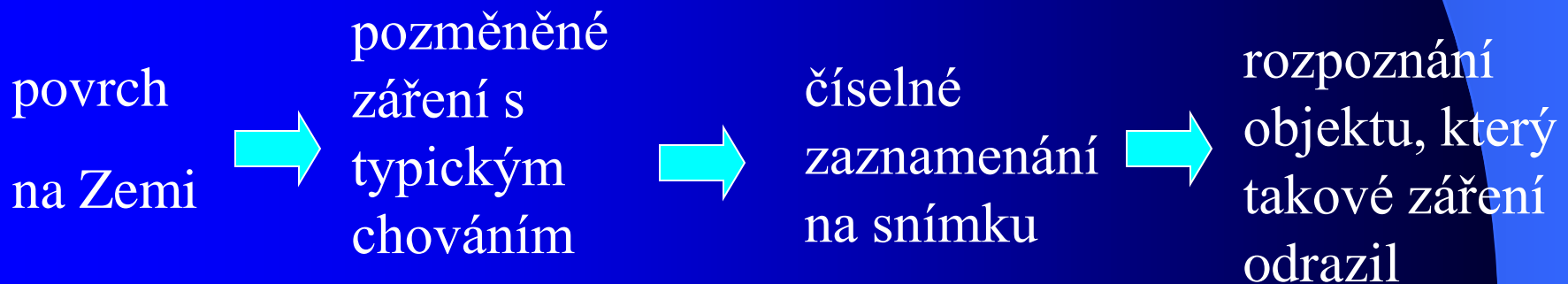
A farmer using remote sensing can tell which sugar beet fields are healthy and which are not, if she/he knows their spectral signatures.



If you were designing a sensor solely to measure the health of his sugar beet fields, what wavelength range would he want the sensor to detect?

rozpoznání objektů na snímcích

- podle spektrálního chování objektů jsou tyto objekty rozpoznány
- existence „knihoven“
- přiřazení ke konkrétnímu spektr. projevu povrch, který jej odrazil



Interpretační znaky

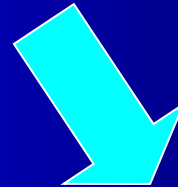
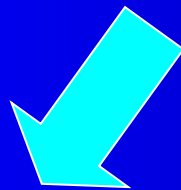
- tvar,
- rozměr (příp. poměr šířky k délce),
- barva,
- stín – vlastní a vržený
- vzájemná poloha s ostatními objekty- patern,

Klasifikace obrazu

- Cílem je nahradit radiometrické hodnoty hodnotami informačními (co určitý pixel zobrazuje – např. třídu sních, voda, les)

Klasifikace

na základě rozhodovacích
pravidel



Řízená

– podle trénovacích
ploch

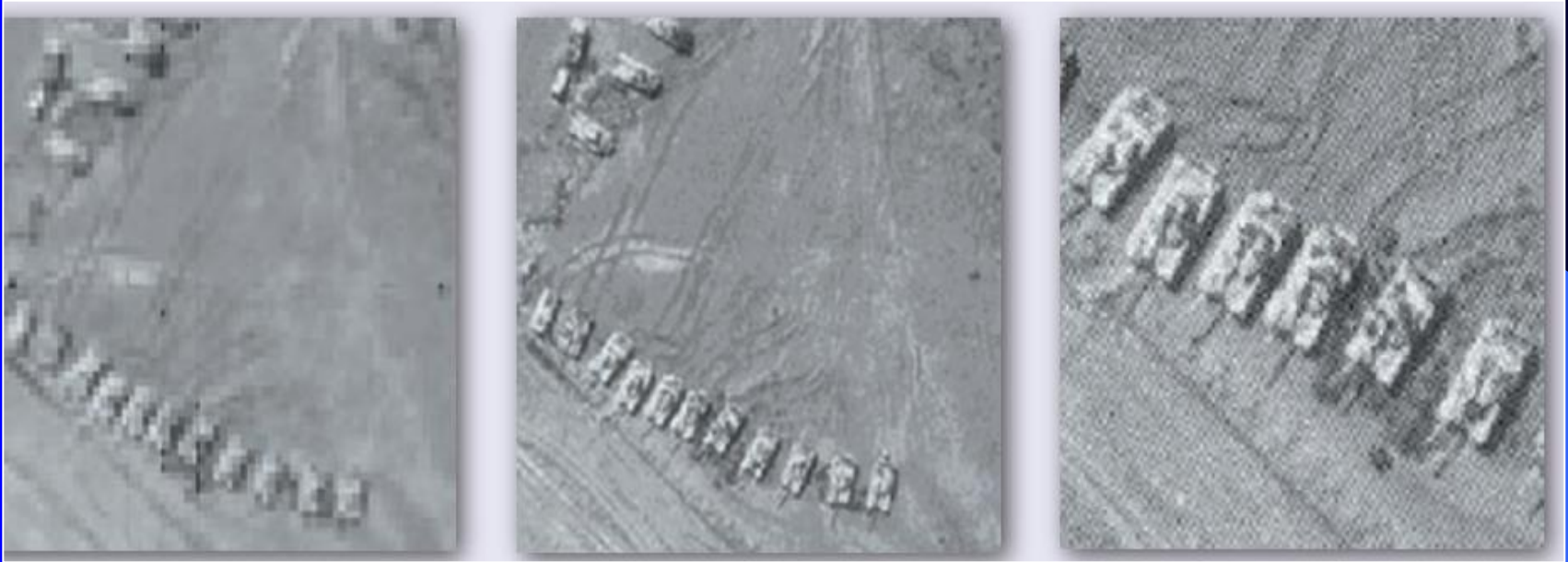
Neřízená

– podle shlukových analýz
Shluk = třída (jehličnatý les)

technické parametry snímku

- K technickým parametrům snímku, které ovlivňují interpretaci, řadíme:
 - prostorové rozlišení,
 - radiometrické rozlišení,
 - spektrální rozlišení,
 - časové rozlišení.

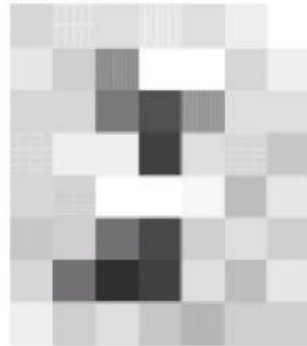
Prostorové rozlišení



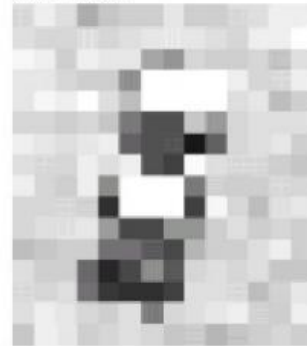
1.6m



0.80m



0.40m



0.20m



0.10m



0.05m



0.03m



0.01m



Prostorové rozlišení družicových dat

- Družicové scény dělíme na:
 - scény s nízkým rozlišením (low resolution) – rozlišení nad 100 m,
 - se středním rozlišením (medium resolution) – menší než 100 m – 10 m,
 - s vysokým rozlišením (high resolution) – 10 m a méně,
 - s velmi vysokým rozlišením – 3 m a méně

Spektrální rozlišení

- Podle elektromagnetického záření dělíme snímky na:
 - snímky pořízené ve viditelné části spektra tj. v intervalu vlnových délek $0,4 \mu\text{m}$ až $0,7 \mu\text{m}$,
 - infračervené snímky (NIR– near infrared) jsou pořízené v intervalu $0,7 \mu\text{m}$ až $3,0 \mu\text{m}$, obvykle se ještě dělí na snímky pořízené v blízkém infračerveném intervalu (VNIR – very near infrared) a SVIR středním infračerveném intervalu (SVIR – short wavelength infrared),
 - termální snímky zachycují interval vlnových délek $3,0 \mu\text{m}$ až $100 \mu\text{m}$,
 - snímky pořízené v intervalu mikrovlnných délek – radarová data 1 mm to 1 m .

Digitální zpracování materiálů

DPZ

- **Analogová data:**
 - fotogrammetrie, fotointerpretace podle znaků
- **Digitální data:**
 - Předzpracování obrazu (korekce)
 - Zvýraznění obrazu
 - Extrahování informace
 - Studium dynamiky znaků
 - Modelování s daty
 - Integrace dat, vstup do GIS



Mississippi

Mississippská nížina

řeka Atchafalaya

Baton Rouge

Mississippská nížina

Lake Maurepas

Lake Pontchartrain

bažiny lemující Grand Lake

New Orleans

umělý kanál pro
námořní lodě

Marsh Island

Lake Salvador

pobřežní bažiny

Mississippi

MEXICKÝ

ZÁLIV

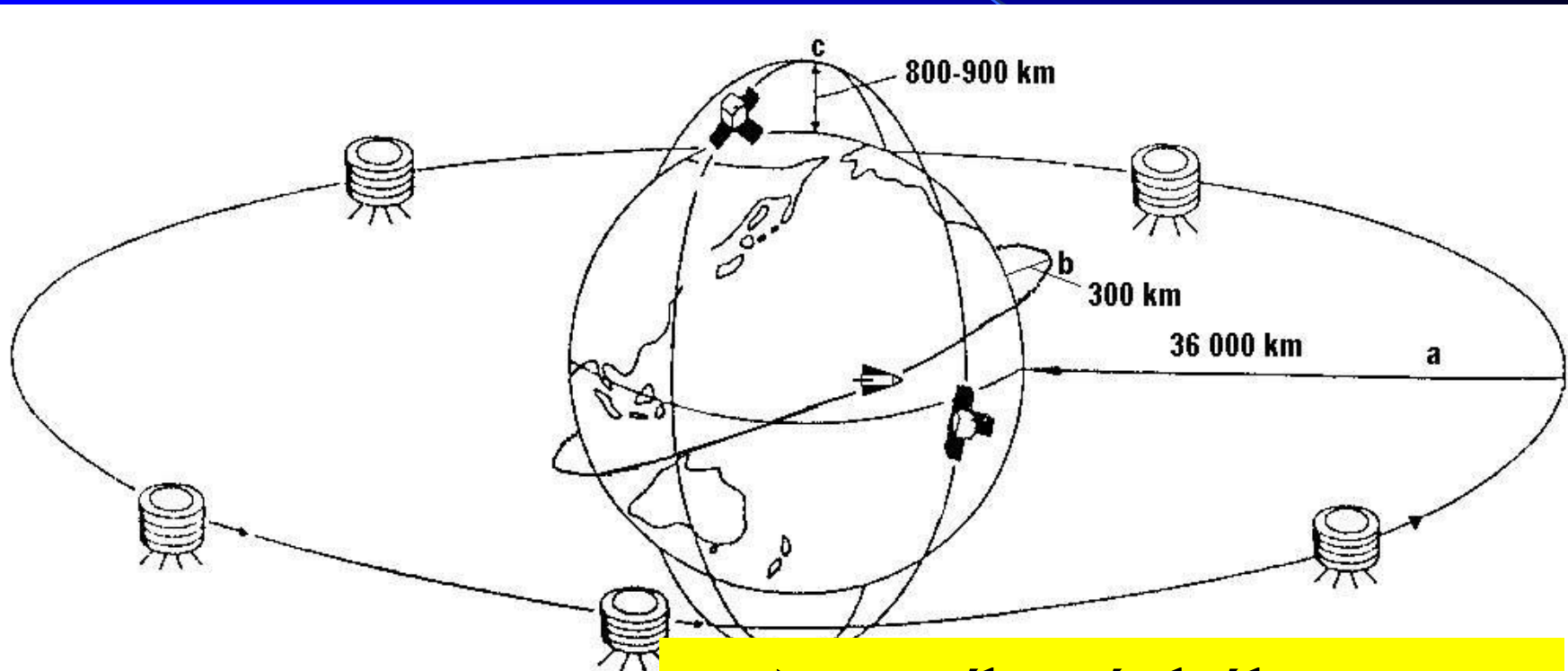
DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ

družicové systémy

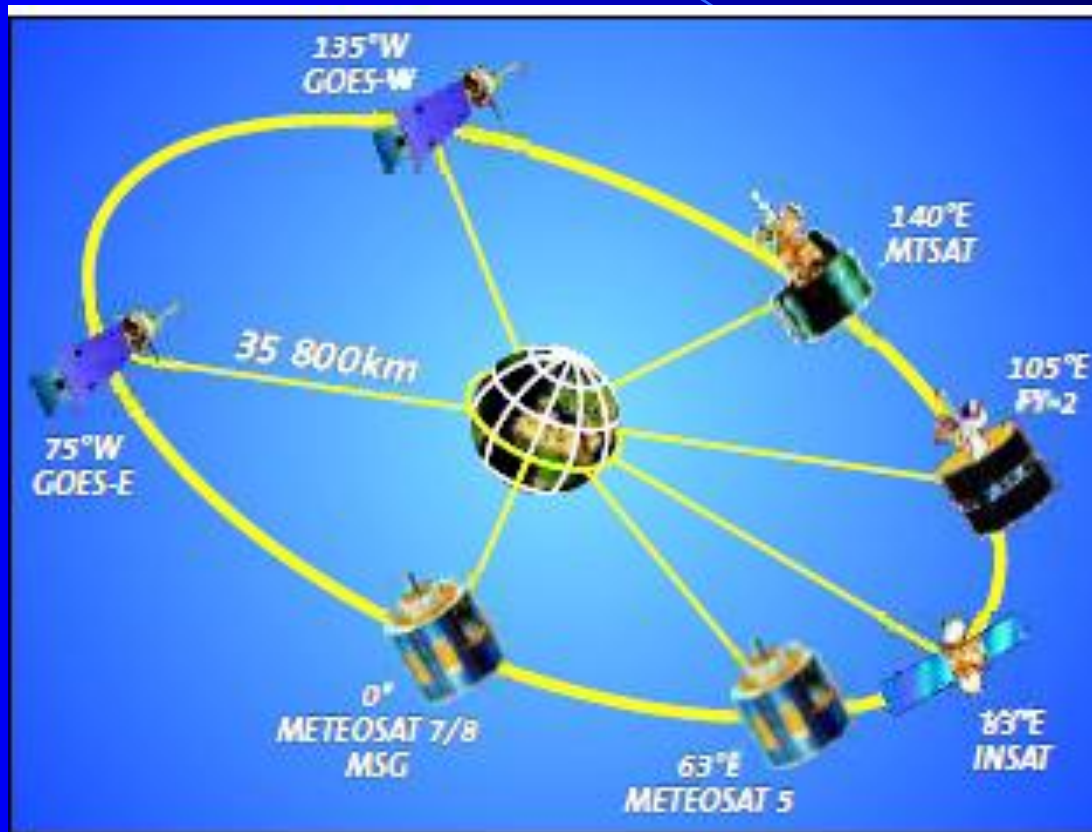


Družicové systémy

Oběžné dráhy družic



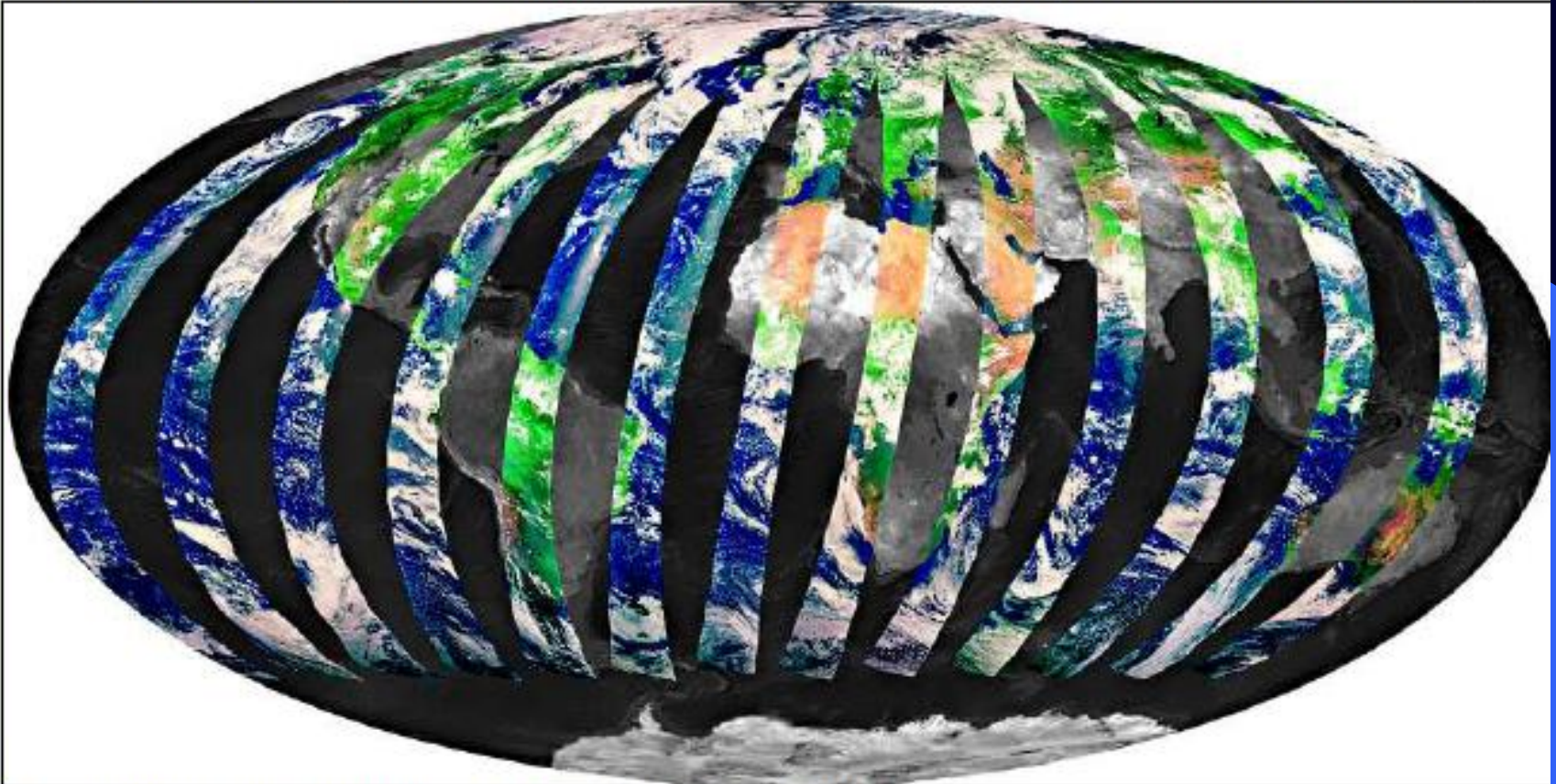
- a) rovníková dráha
- b) šikmá oběžná dráha
- c) subpolární oběžná dráha.



1. Geostationary orbits of weather satellites.

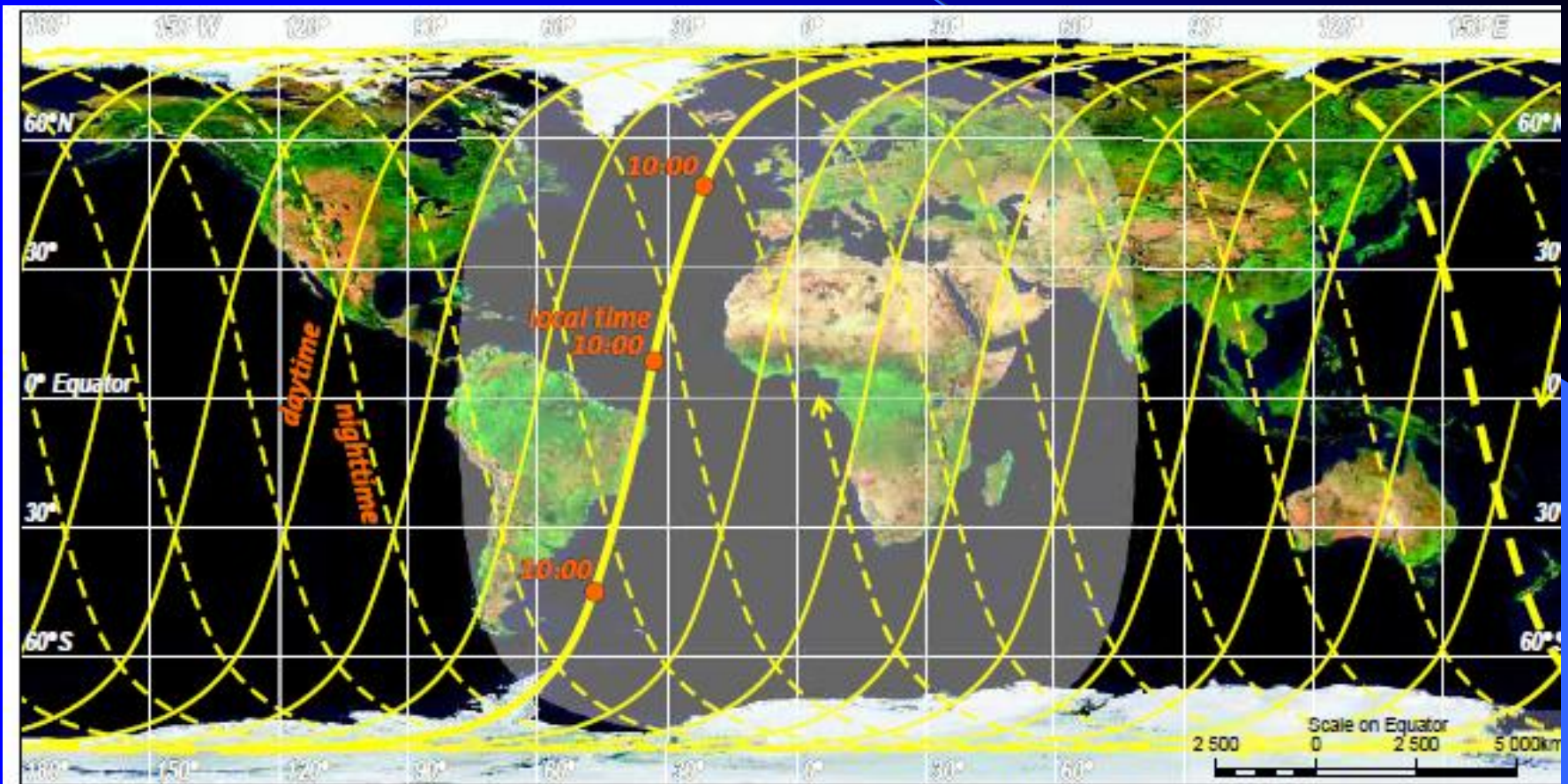
Přelety podle místního času

7. Sun synchronous Envisat ground track during one day and coverage of geostationary Meteosat (at 0 degree longitude).



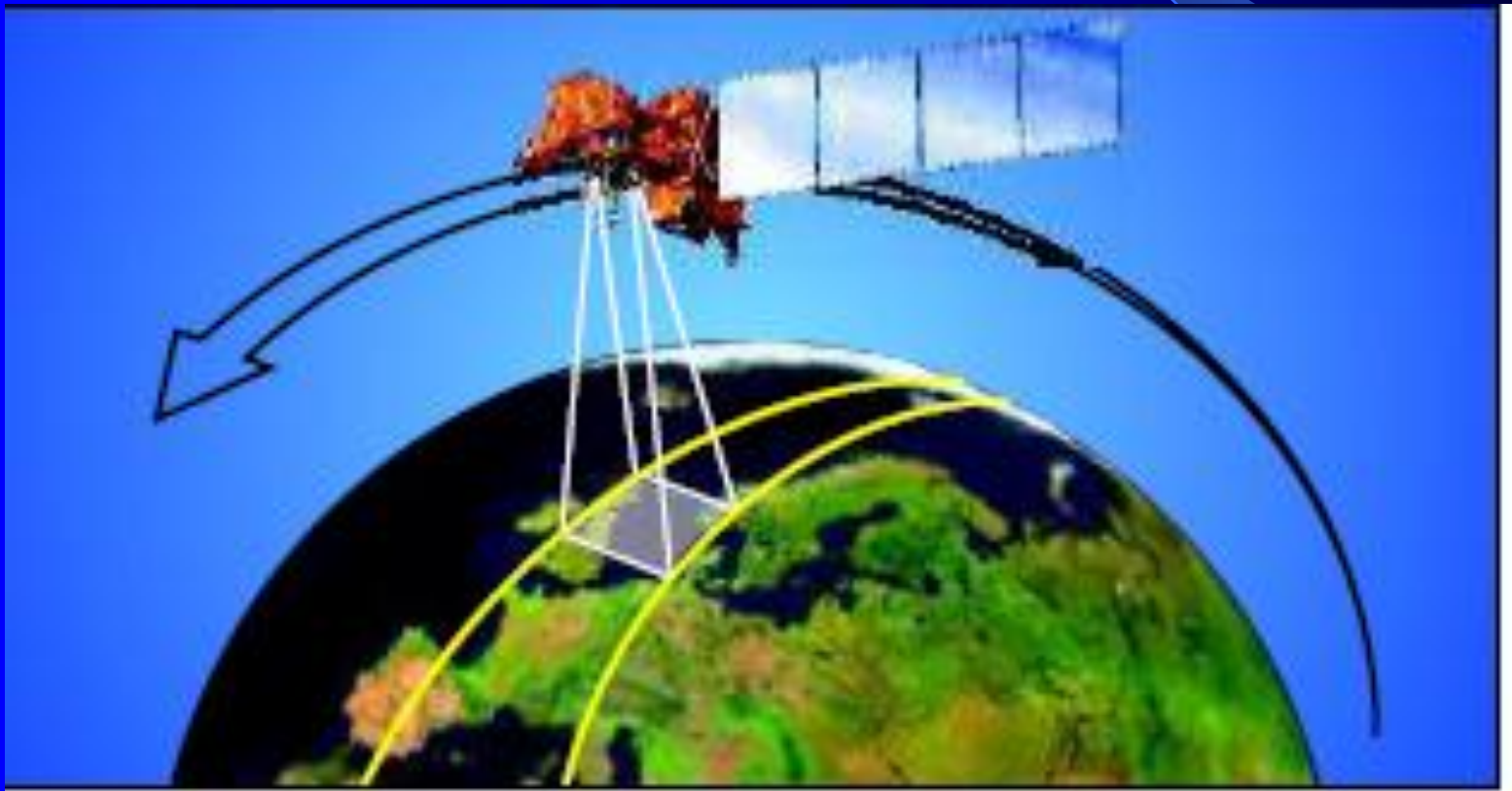
8. Envisat MERIS, data acquired during 12 August 2004, 10:00 local time.

Dráha se Sluncem synchronní

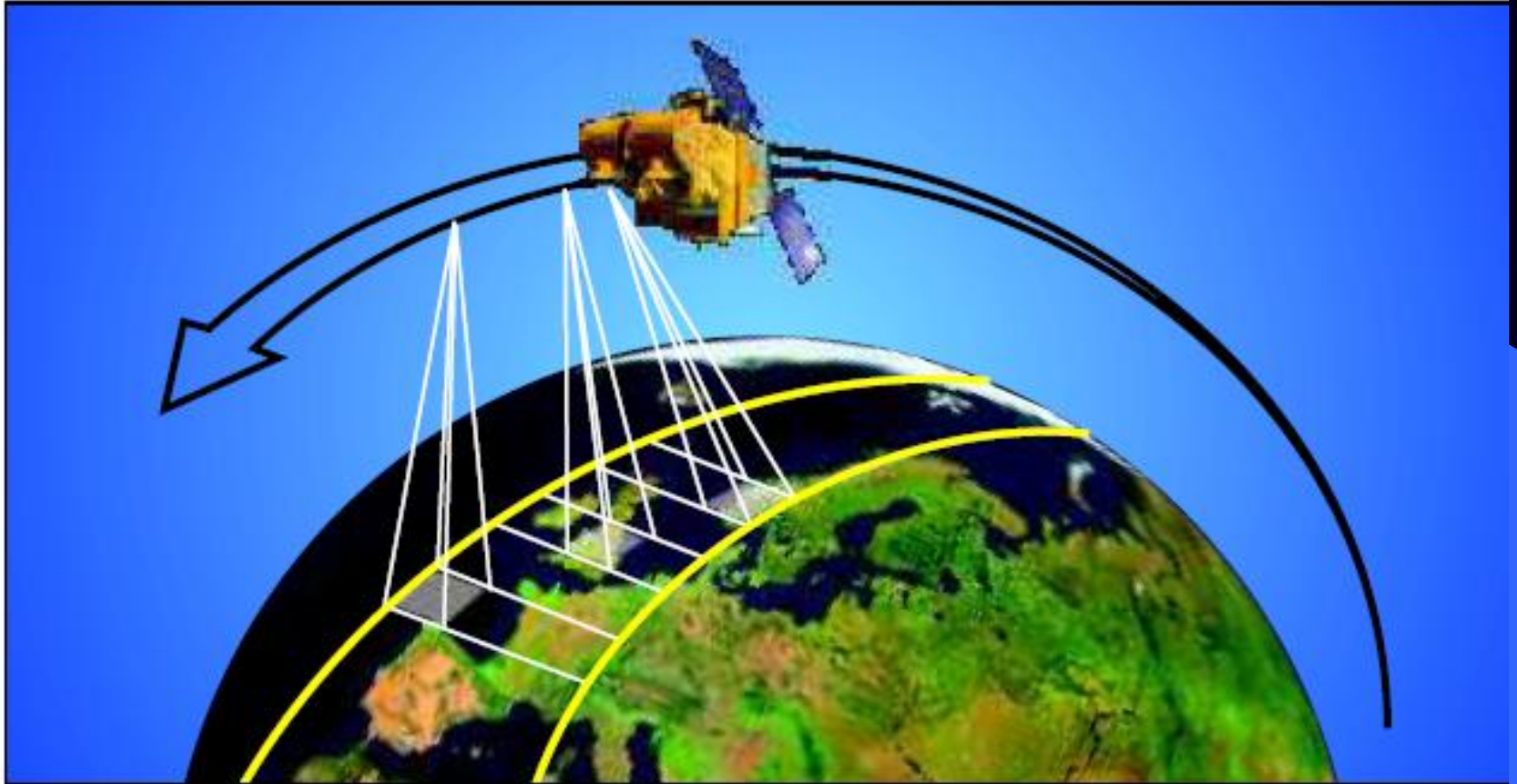


7. Sun synchronous Envisat ground track during one day and coverage of geostationary Meteosat (at 0 degree longitude).

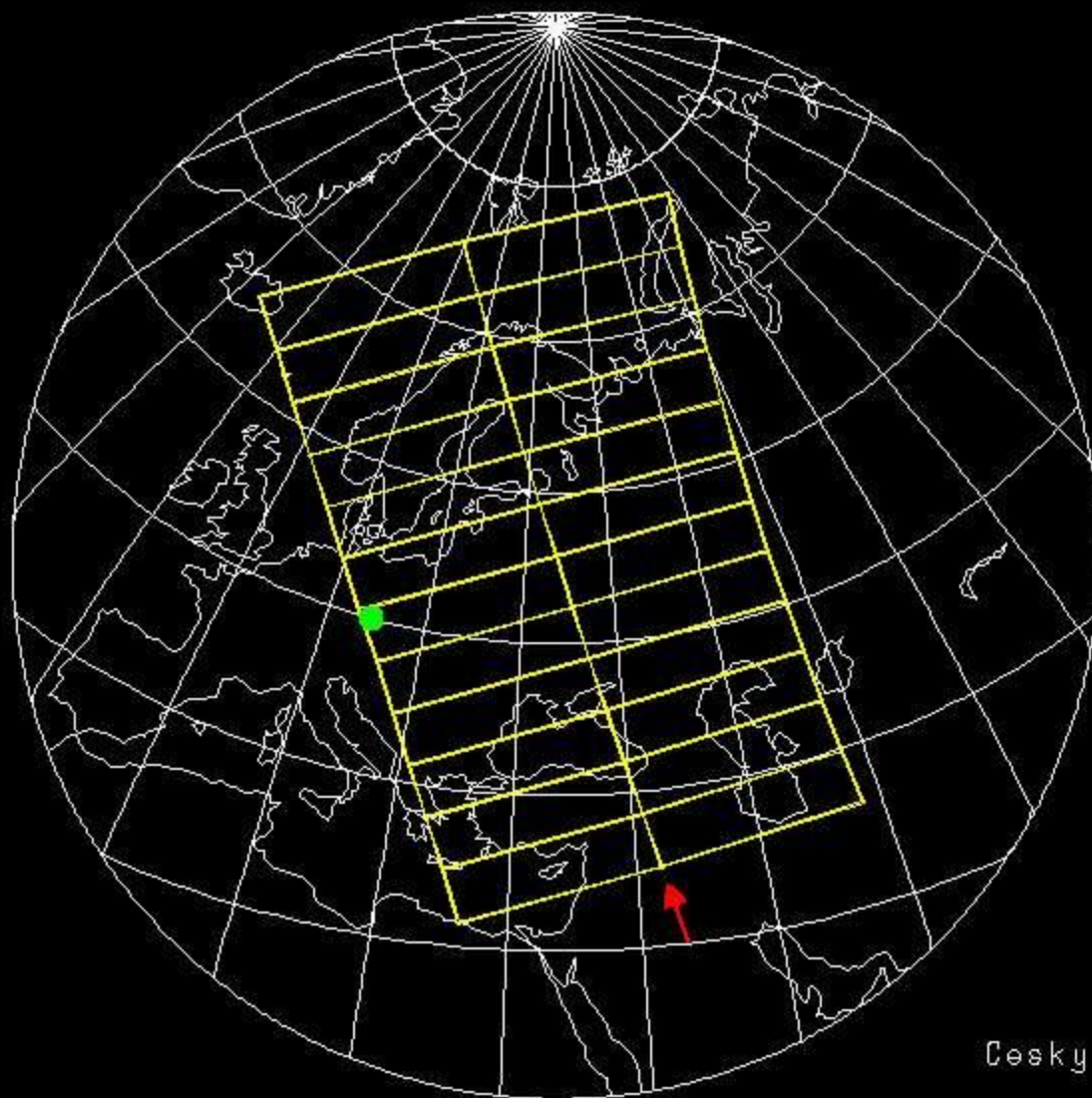
Podélné skenování družice Landsat



Příční skenování, SPOT



4. Side-looking observation (SPOT).



NOAA 17
prelet cislo 12491
18.11.2004

Pocatek 19:12 UTC
Konec 19:24 UTC

● Prijímač stanice
50.01 N
14.45 E

Cesky hydrometeorologicky ustav

(vytvorena pomocou DISLIN/GCL, www.linmpi.mpg.de/dislina)

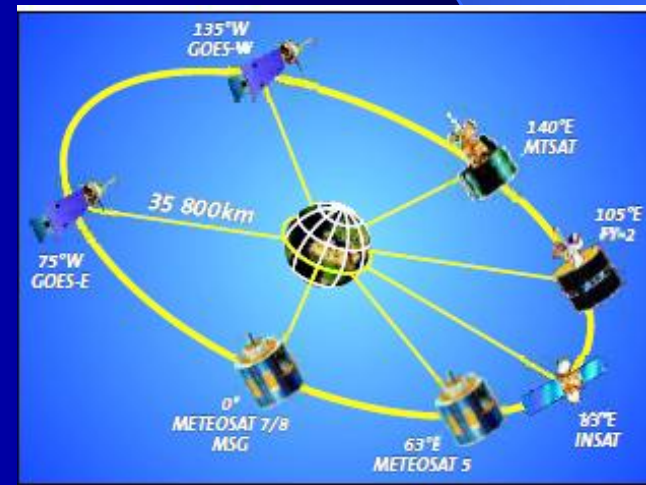
Družice v rovníkové dráze

- vzdálenost 36 000 km
- od západu k východu
- úhlová rychlost oběhu družice odpovídá úhlové rychlosti rotace Země tj. pro pozorovatele na Zemi je tedy družice stále na stejném místě
- geostacionární



Družice v rovníkové dráze

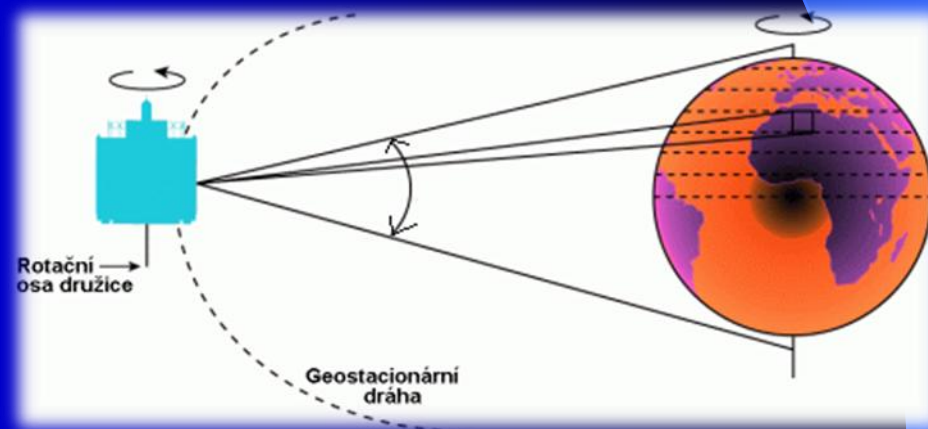
- meteorologické družice
- monitorující synoptické procesy v atmosféře a umožňující ukazovat stav a pohyb oblačnosti, analyzovat a předpovídat počasí
- družice METEOSAT



1. Geostationary orbits of weather satellites.

METEOSAT

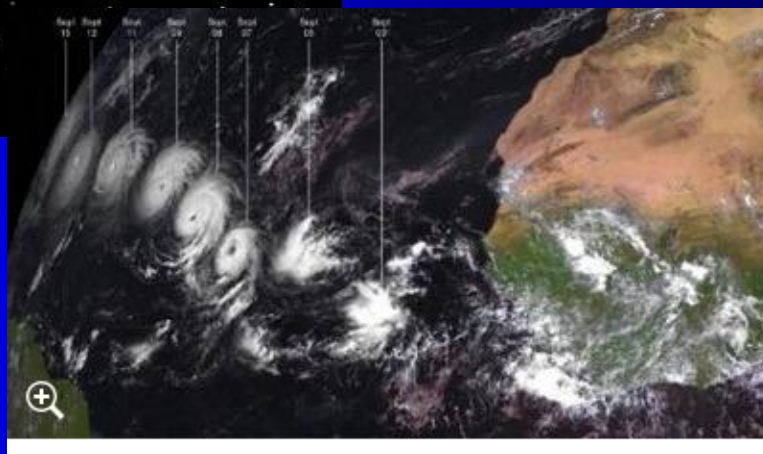
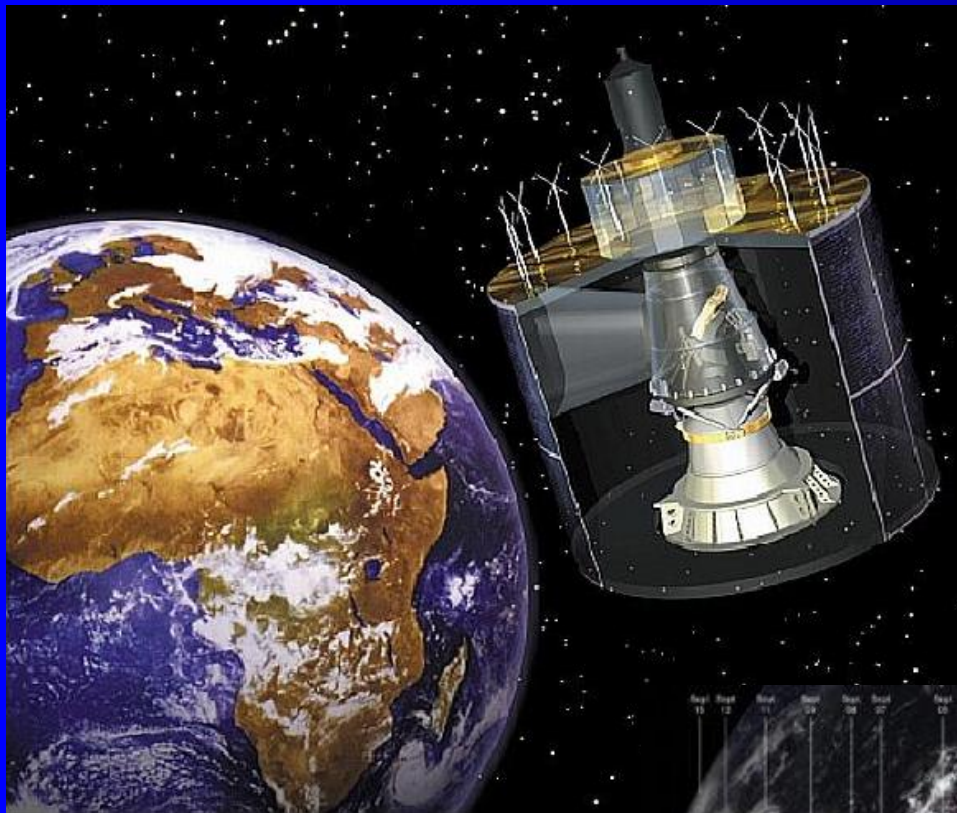
- umístěná na nultém poledníku nad Guinejským zálivem
- rovníková dráha, geostacionární
- obraz zachycuje především Evropu, Afriku s přilehlými částmi Atlantského a Indického oceánu
- provoz řídí organizace ESA (Evropská kosmická agentura)



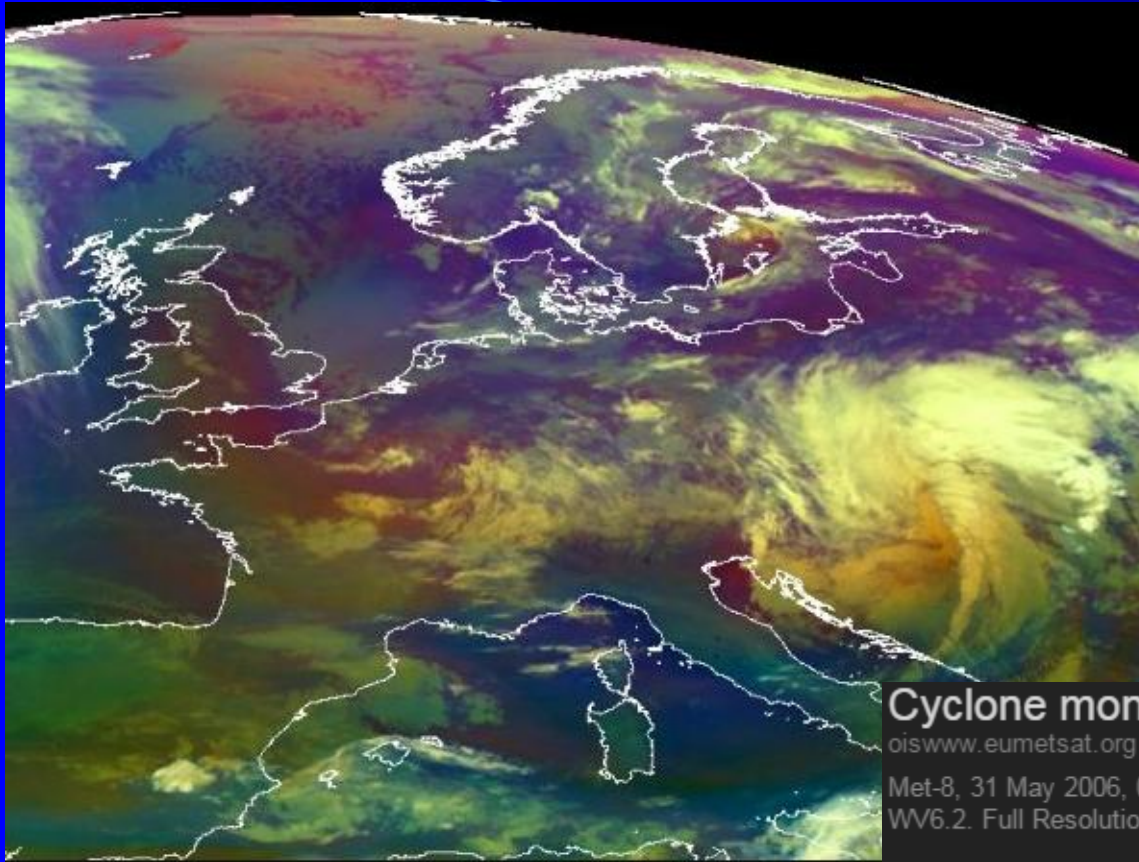
Current Meteosat Satellites

SATELLITE	LIFETIME	POSITION	SERVICES
Meteosat-10 (MSG)	05/07/2012 – Nominal fuel lifetime is until 2022	0°/36,000 km	0° SEVIRI Image Data. Real-time Imagery
Meteosat-9 (MSG)	22/12/2005 – Fuel lifetime is expected to be extended until 2021	9.5° E/36,000 km	Rapid Scan Service from 9 April 2013. Real-time Imagery
Meteosat-8 (MSG)	28/08/2002 – Fuel lifetime is expected to be extended until 2019	3.5° E/36,000 km	Backup service for 0°, plus RSS from 9 April 2013
Meteosat-7 (MFG)	02/09/1997 (IODC since 01/11/2006) – 2016	57° E/36,000 km	Indian Ocean Coverage. Real-time Imagery

Meteosat



◀ Dráha hurikánu Isabel na záběrech z družice Meteosat-8.
FOTO: [EUMETSAT, ESA](#)



Cyclone monitoring using the Airmass RGB

oiswww.eumetsat.org - 600 × 450 - Vyhledávání pomocí obrázku

Met-8, 31 May 2006, 00:00 UTC RGB Composite WV6.2-WV7.3, IR9.7-IR10.8, WV6.2. Full Resolution (JPG, 404 KB) Interpretation (JPG, 251 KB)

Meteosat

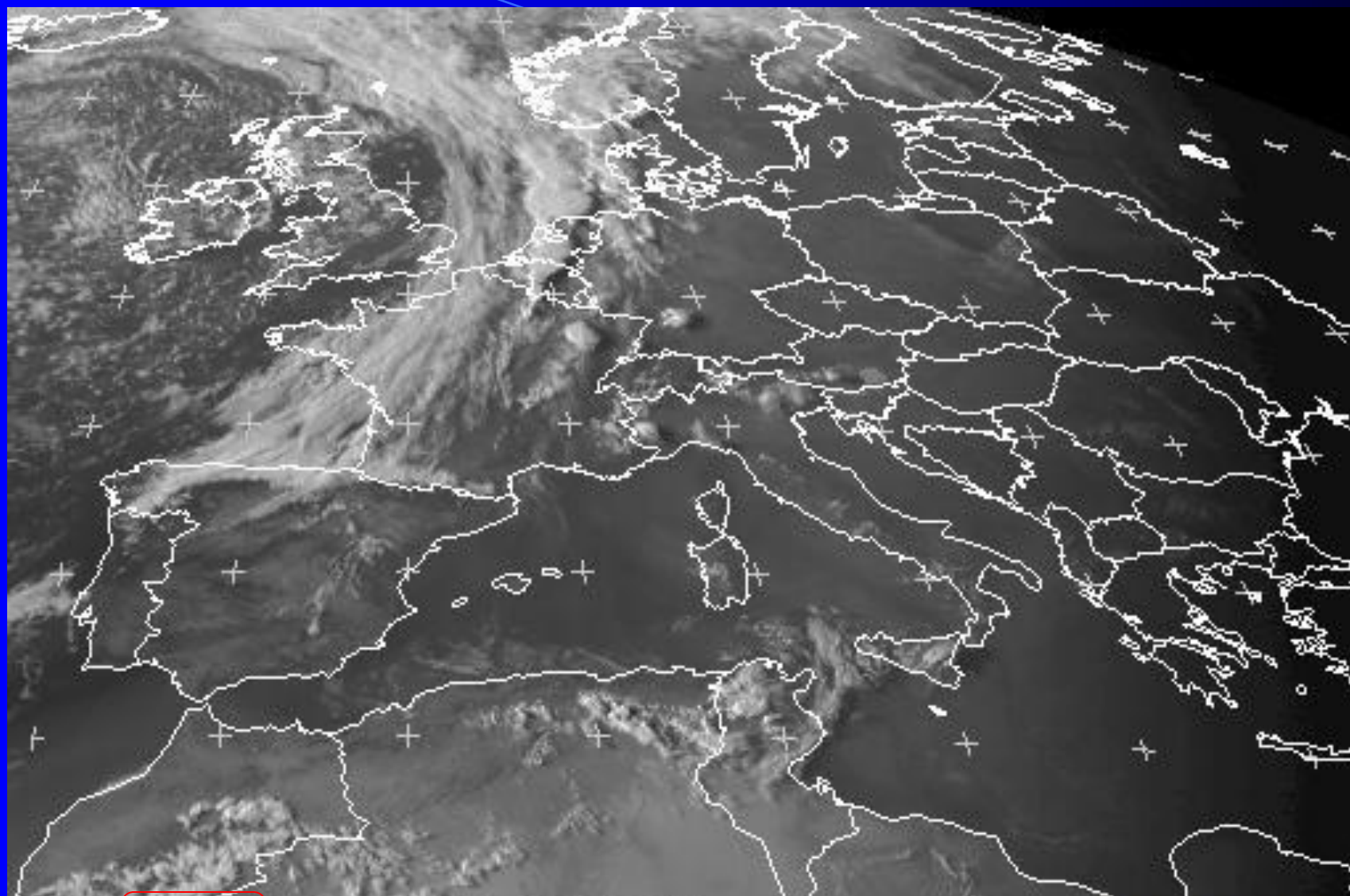
- Vybavení:
 - Hlavním snímacím na palubě družice MSG je přístroj SEVIRI . Jeho úkolem je pořizovat snímky Země v 11 úzkopásmových spektrálních kanálech a jednom širokopásmovém s vysokým rozlišením

Seviri

číslo kanálu	označení kanálu	poznámka
1	VIS0.6	solární kanály
2	VIS0.8	
3	NIR1.6	
4	IR3.9	atmosférické okno
5	WV6.2	absorpce vodní páry
6	WV7.3	
7	IR8.7	atmosférické okno
8	IR9.7	absorpce ozónu
9	IR10.8	atmosférické okno
10	IR12.0	
11	IR13.4	absorpce CO ₂
12	HRV	solární kanál, vysoké rozlišení

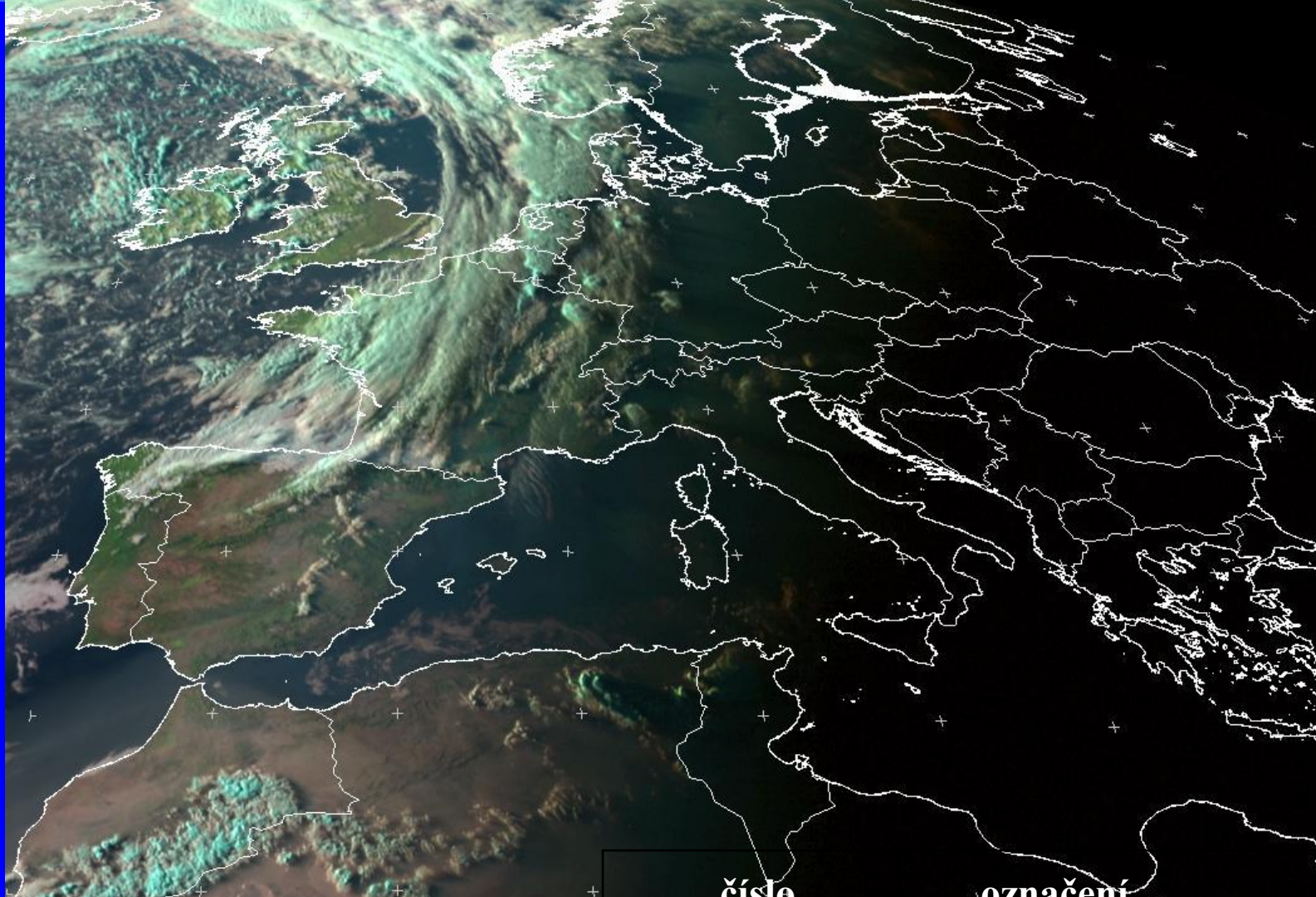
Meteosat, způsob přenesení na Zemi

- 1. Snímání jednou za 15- 30 min
- 2. Odeslání na stanici v Darmstadtu
- 3. Zpracování dat na stanici v Darmstadtu
(zpracování radiometrické a geometrické)
- 4. zpět zaslání na družici
- 5. družice k uživateli:
 - primární data – za poplatek v plném rozlišení
 - sekundární – data v analogové podobě, zdarma, animace oblačných systémů, předpověď počasí



MET8 VIS006 2009-08-20 17:00 UTC





METS RGB-3-2-1 2009-08-20 18:00 UTC

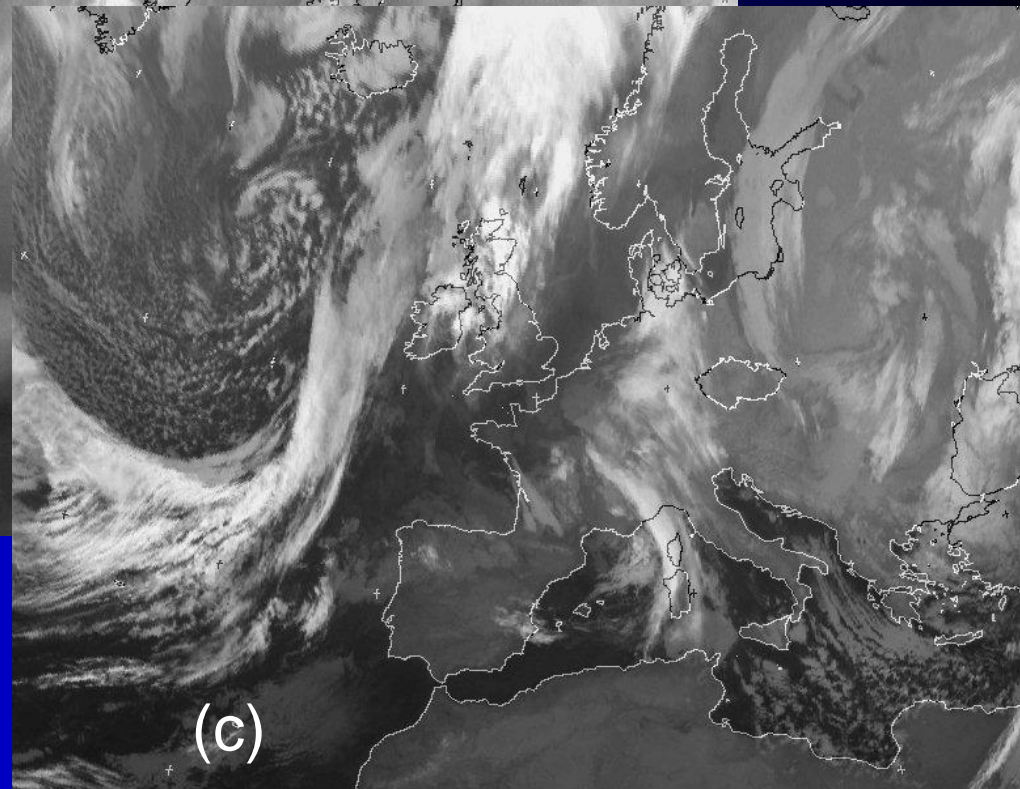
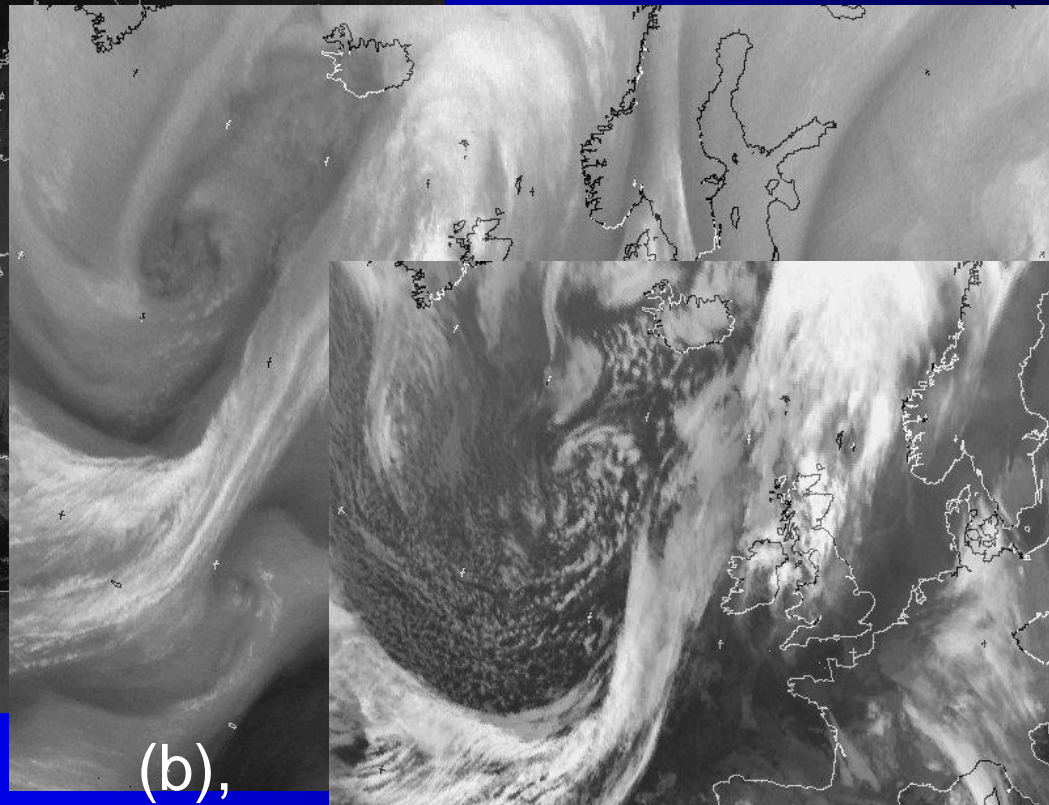
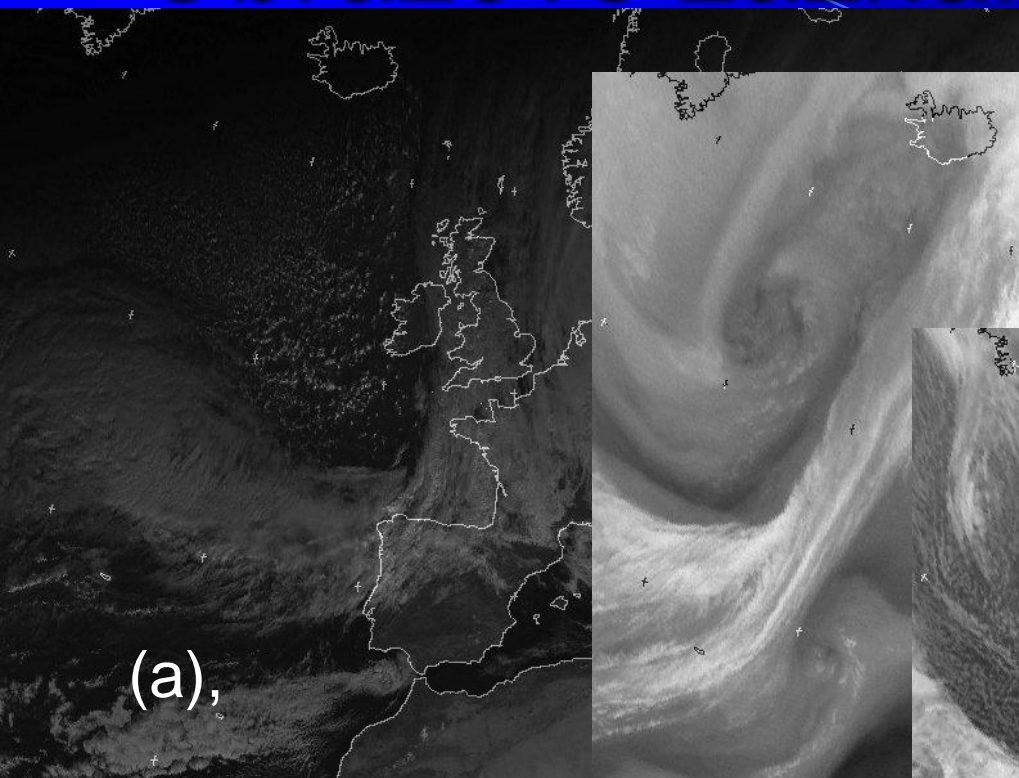


poznámka

RGB 3 2 1

číslo	označení	poznámka
kanálu	kanálu	
1	VIS0.6	solární kanály
2	VIS0.8	
3	NIR1.6	

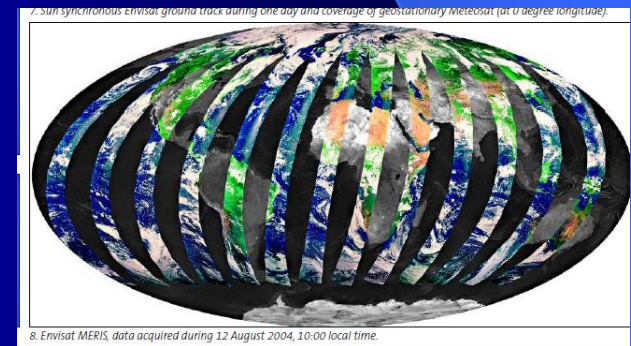
Obrazové záznamy Meteosat



viditelné pásmo (a), pásmo vodních par (b), termální pásmo (c)

Družice se subpolární dráhou oběhu

- většina družic
- ve směru poledníků ve výšce 700 až 1000 km
- od severu k jihu
- doba oběhu závisí na výšce letu (cca 2h)
- 12 až 16 oběhů za 24 hodin
- jsou synchronní se Sluncem
- tj. prolétají nad stejným místem ve stejnou hodinu místního času



Družice se subpolární dráhou oběhu

- Rozlišovací schopnost získaných údajů je několik metrů, nejlepší desítky cm.
- Družice systému NOAA
- Družice systému LANDSAT
- Družice SPOT
- Quick Bird

NOAA

- Nejvýzn. systém z rozsáhlé skupiny meteor. družic na polárních drahách
- Subpolární dráha, výška 833 km, doba oběhu 102 min, 14 oběhů denně
- Snímá celou zeměkouli včetně polárních oblastí

NOAA

- Data z radiometru lze využít pro:
 - 1. Environmentální aplikace
 - 2. Meteorologické aplikace
- Data – základ mnoha projektů studující globální změny
- <http://old.chmi.cz/meteo/sat/avhrr/index.php>

Družice se šikmou oběžnou dráhou

- Dráhy oběhu svírají s rovinou rovníku úhel 30° až 60°
- družice-kosmické lodi s lidskou posádkou
- Výška oběhu několik stovek kilometrů nad Zemí
- Neposkytuje údaje z vyšších zem. šířek
-

