

Úvod do DPZ

„Klasické“ metódy zberu



- zdĺhavý čas zberu

- historicky najstaršia metóda zberu
- výstupy v podobe čiarových máp



Zmeny v krajine



december 2008

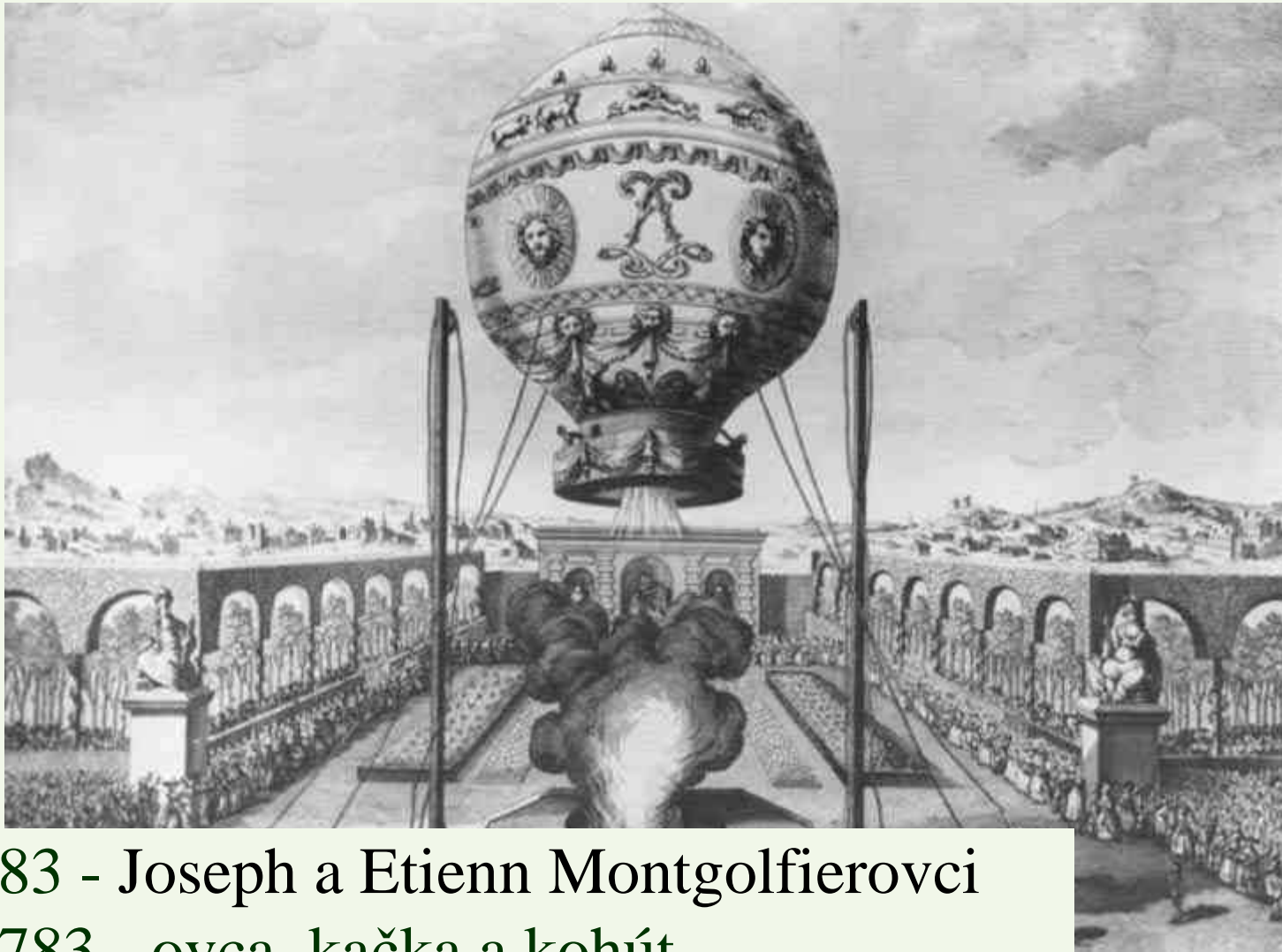
Prehľad DPZ, snímáče DPZ

História DPZ

Etapy v DPZ

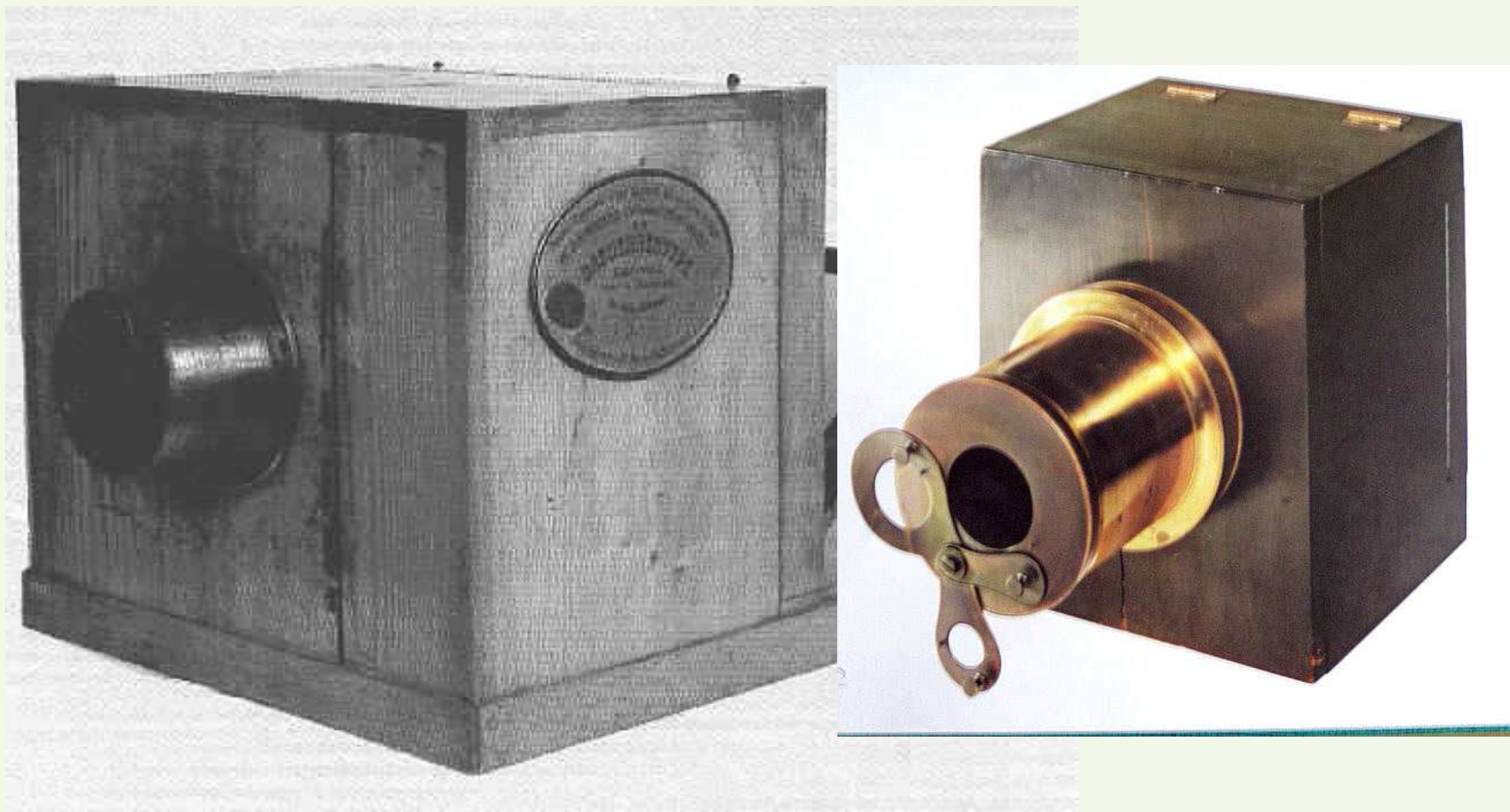
- 1. snímanie z drakov a balónov**
- 2. snímanie z lietadiel**
- 3. snímanie z družíc**

Paríž (21.11.1783)



4.6.1783 - Joseph a Etienn Montgolfierovci
19.9.1783 - ovca, kačka a kohút

Prvý fotoaparát (1839)



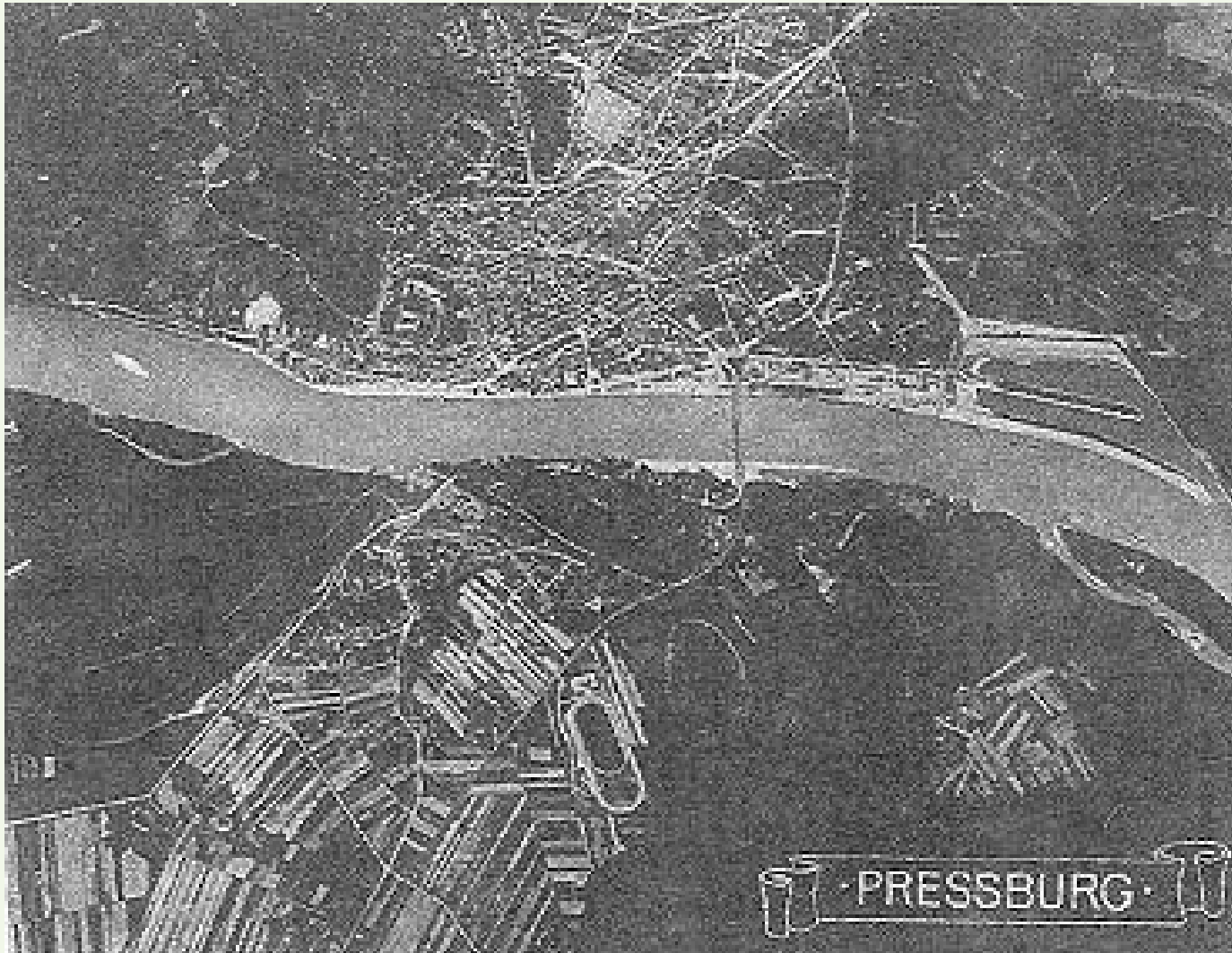
J.N.Niépce, J.M.Daguerre, W.F.H. Talbot

Jozef Maximilián Petrzval (1840)



- objektív používaný dodnes v prístrojoch

Bratislava (6.9.1905)



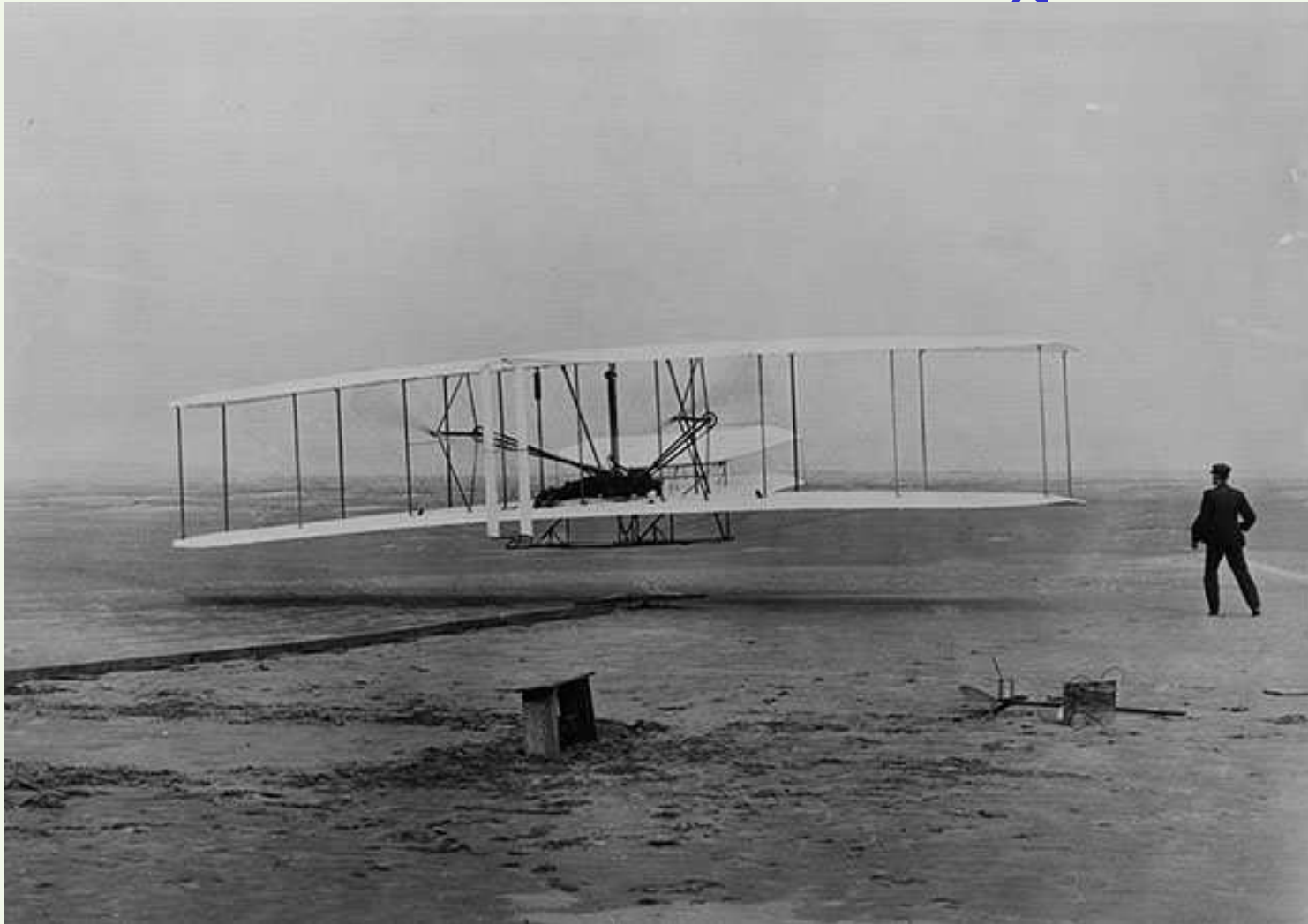
december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Snímanie z lietadiel

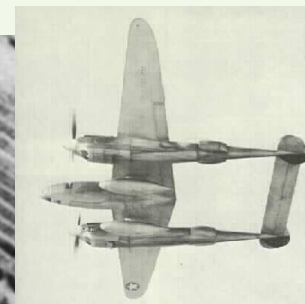
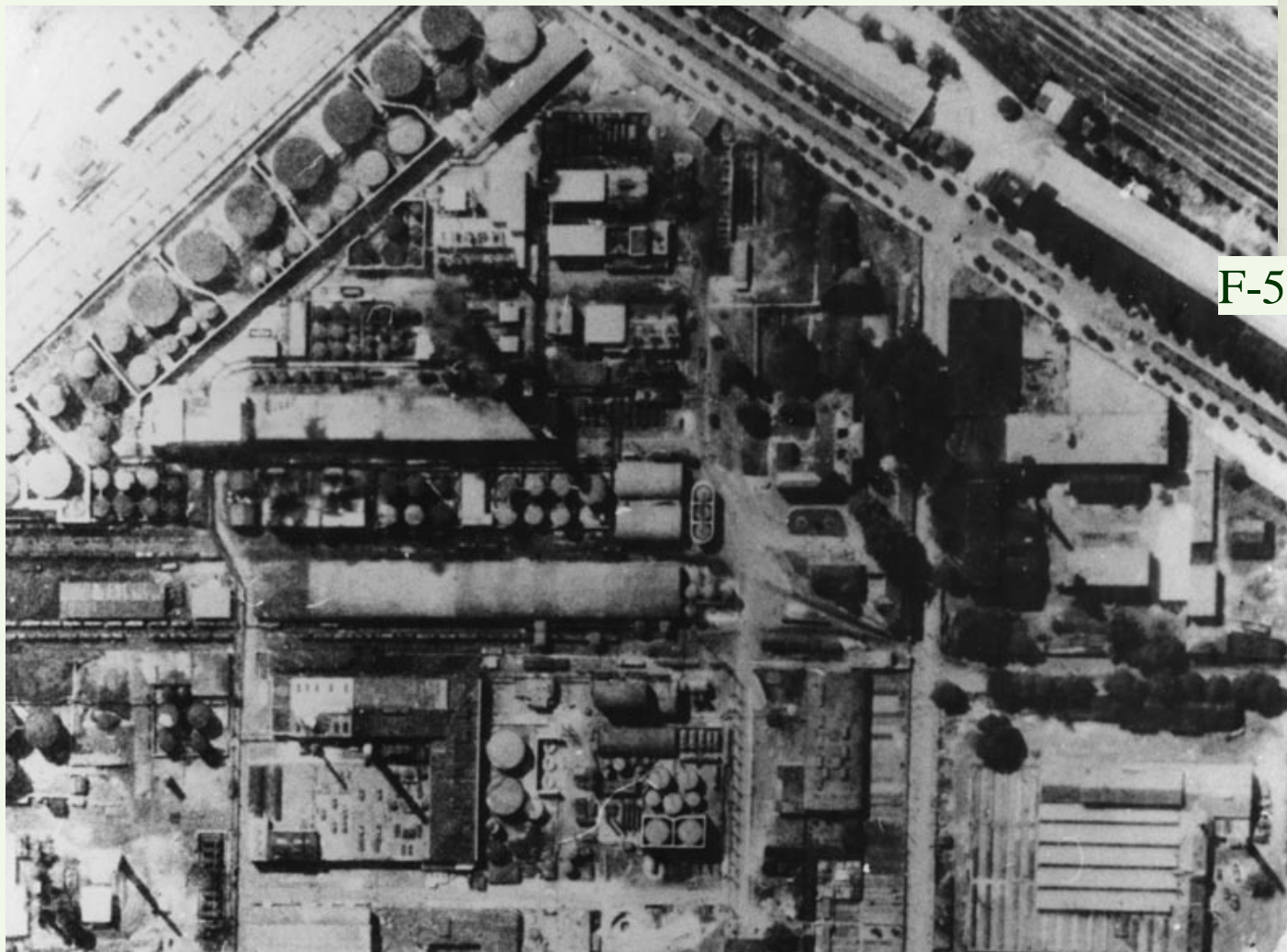
- **1903 – O. a W.Wright**
- **1909 – lietadlo + snímka**
- **1910 – vzducholod'**
- **1911 – vojna Taliansko
vs.Turecko – 1.operáčny let**
- **po I.sv.vojne – aj civilný sektor**
- **mapovanie 1:25 000**
- **II.sv.vojna – bombardovanie**

17.12.1903 – O. a W. Wright



Kitty Hawk, North Carolina

Podklad pre bombardovanie



F-5 Lightning 154

jar 1944 – rafinéria Apollo Bratislava

december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

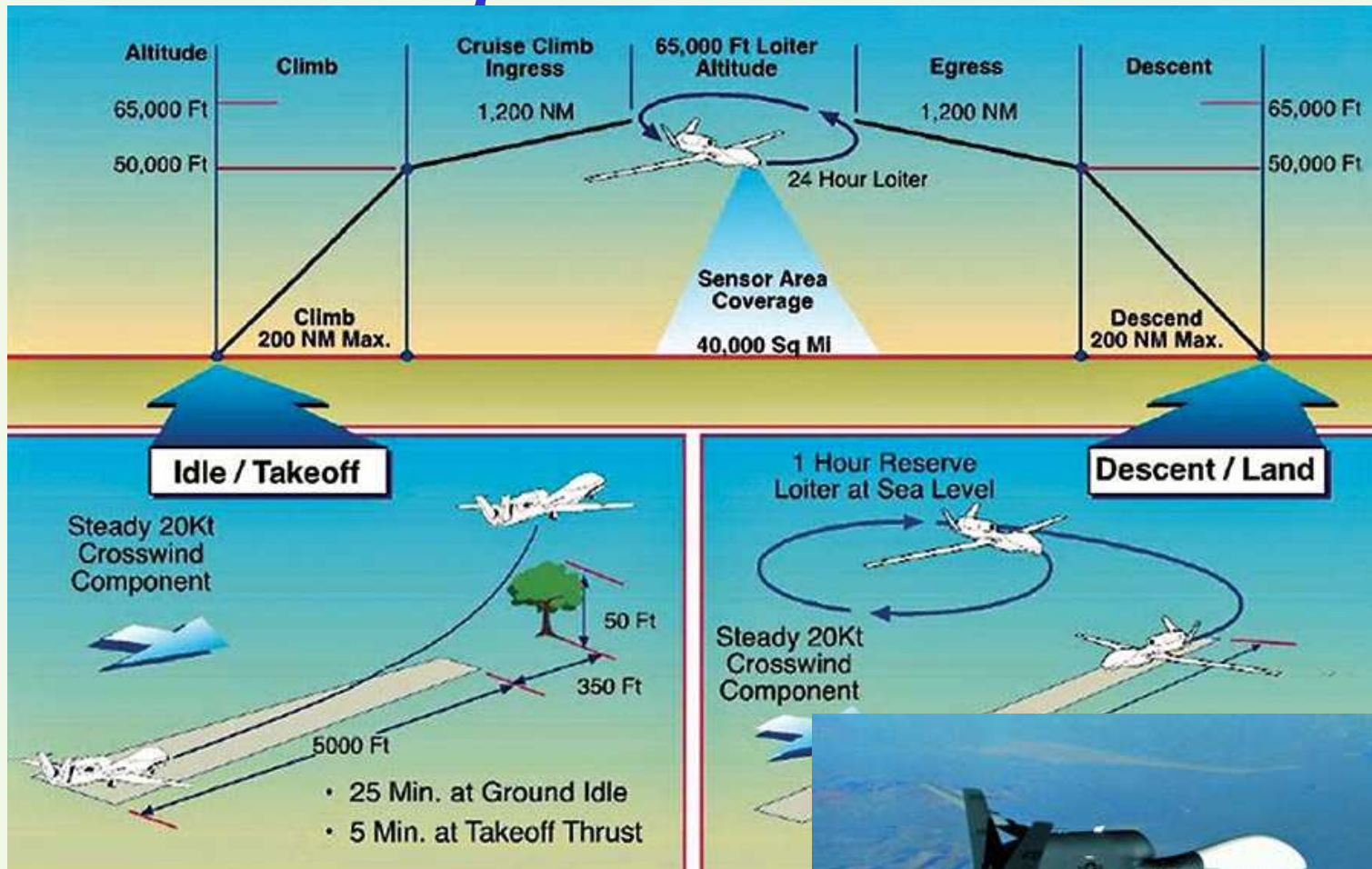
Súčasné lietadlá pre DPZ



Cessna 206 G



Lietadlá pre DPZ v budúcnosti



- **bezpilotné, napr. Global Hawk**
- **digitálny záznam**
- **dlhodobo vo vzduchu**



Prehľad DPZ, snímače DPZ

Snímanie z družíc

- armáda, špionáž
- 1957 - Sputnik
- 1958 – Explorer - Zem
- 1959 – Luna 3 - Mesiac
- 1960 – Tiros, 1977 Meteosat
- laboratória Skylab, Mir, ISS
- 1972 – ERTS (Landsat 1)
- 1975 – Viking – Mars

V-2 (1944)



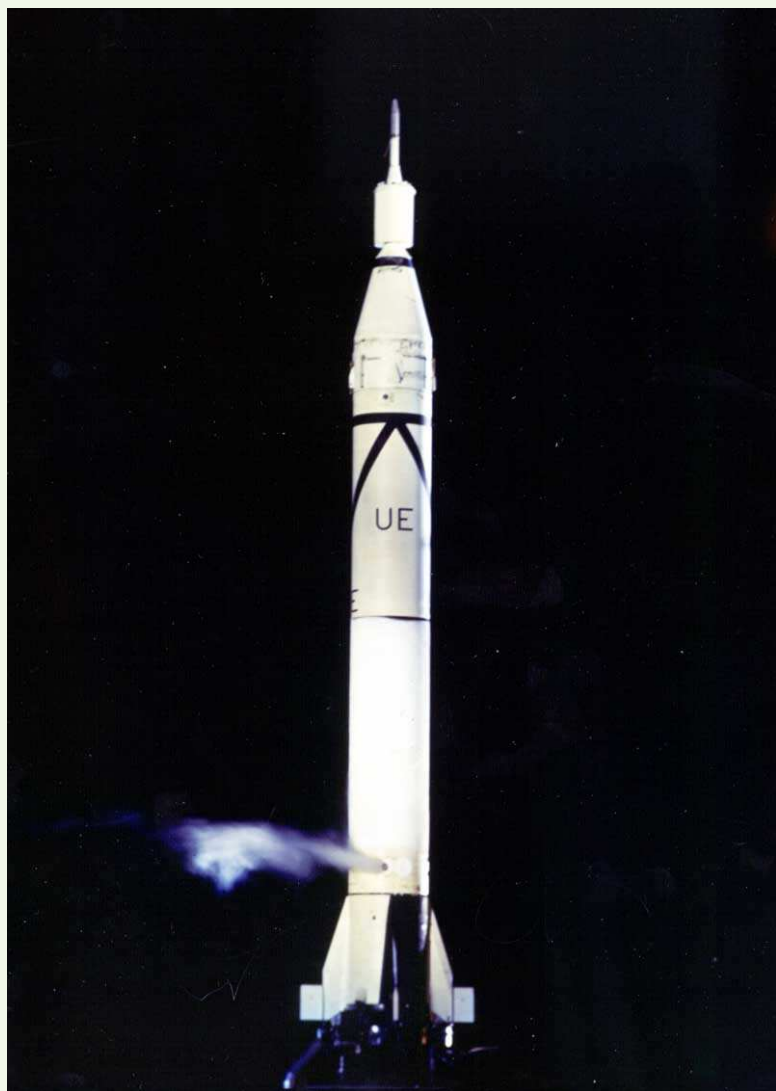
- prvá raketa – Nemecko
- *Vergeltungswaffe 2*,
zbraň odplaty
- Londýn, Antverpy
- W.v. Braun
- základ raketovej
konštrukcie

Sputnik (1957)



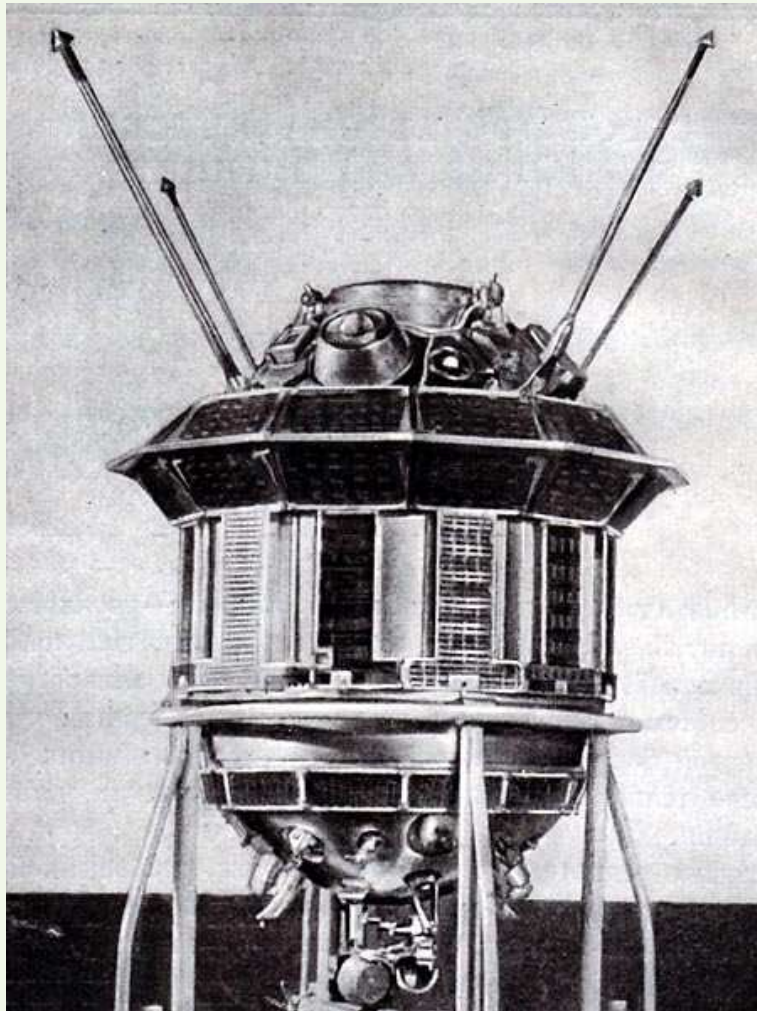
prvá umelá družica Zeme

Explorer 6 (1958)



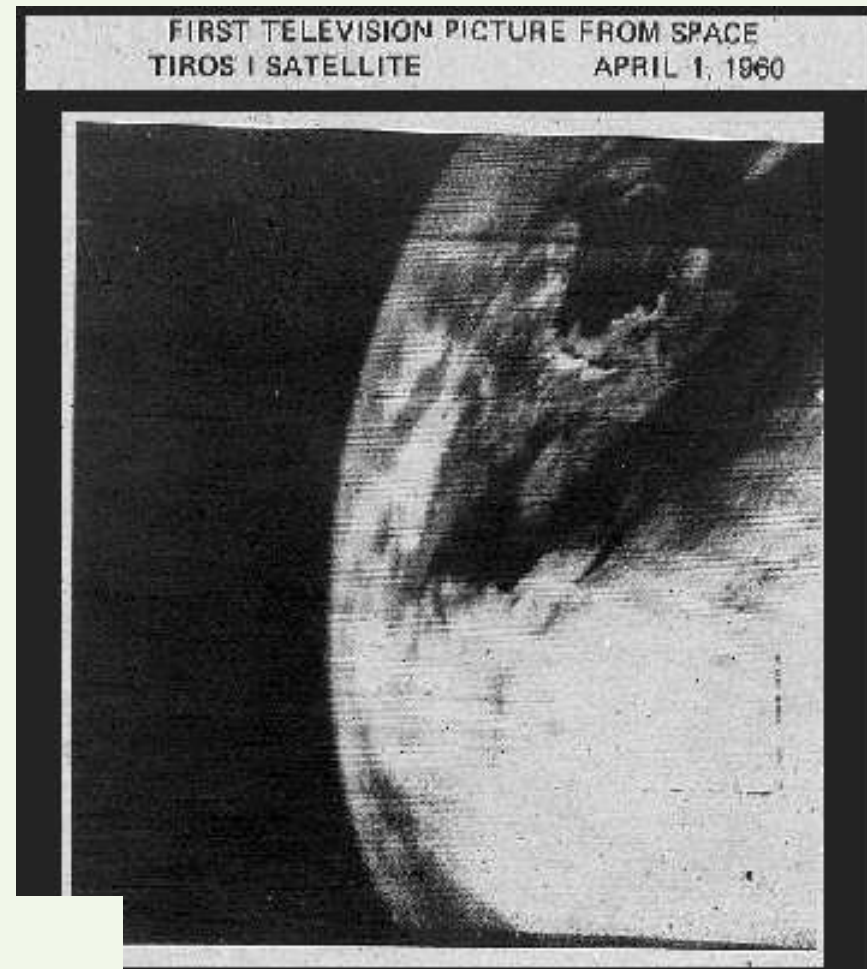
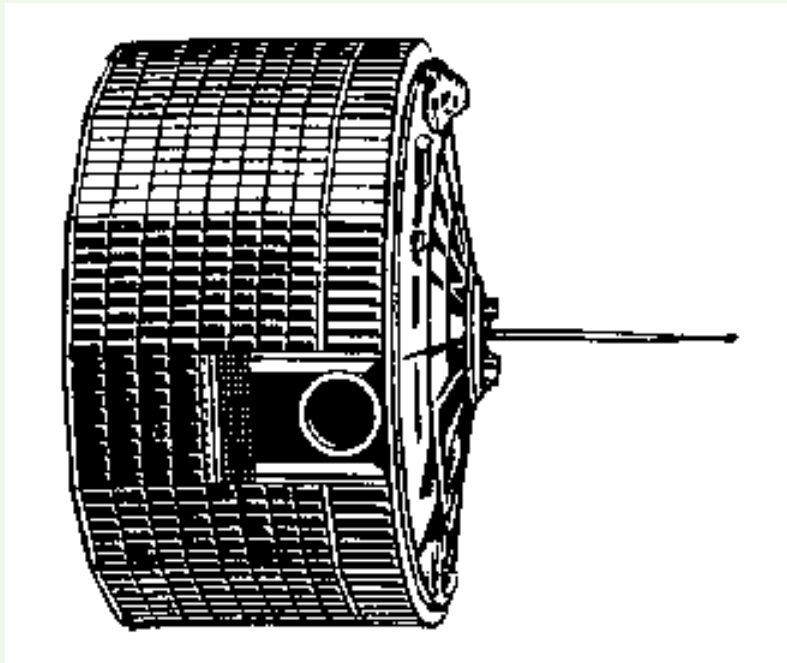
prvé snímky Zeme

Luna 3 (1959)



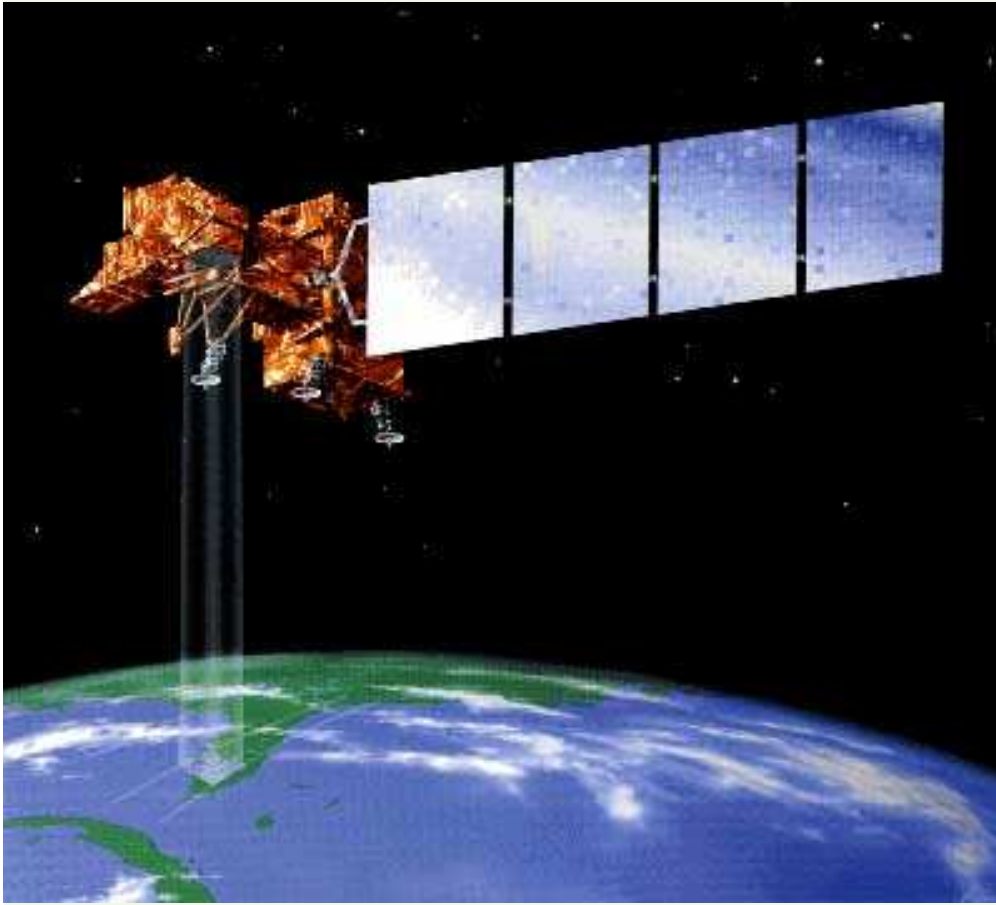
Mesiac – odvrátená strana

Tiros-1 (1960)



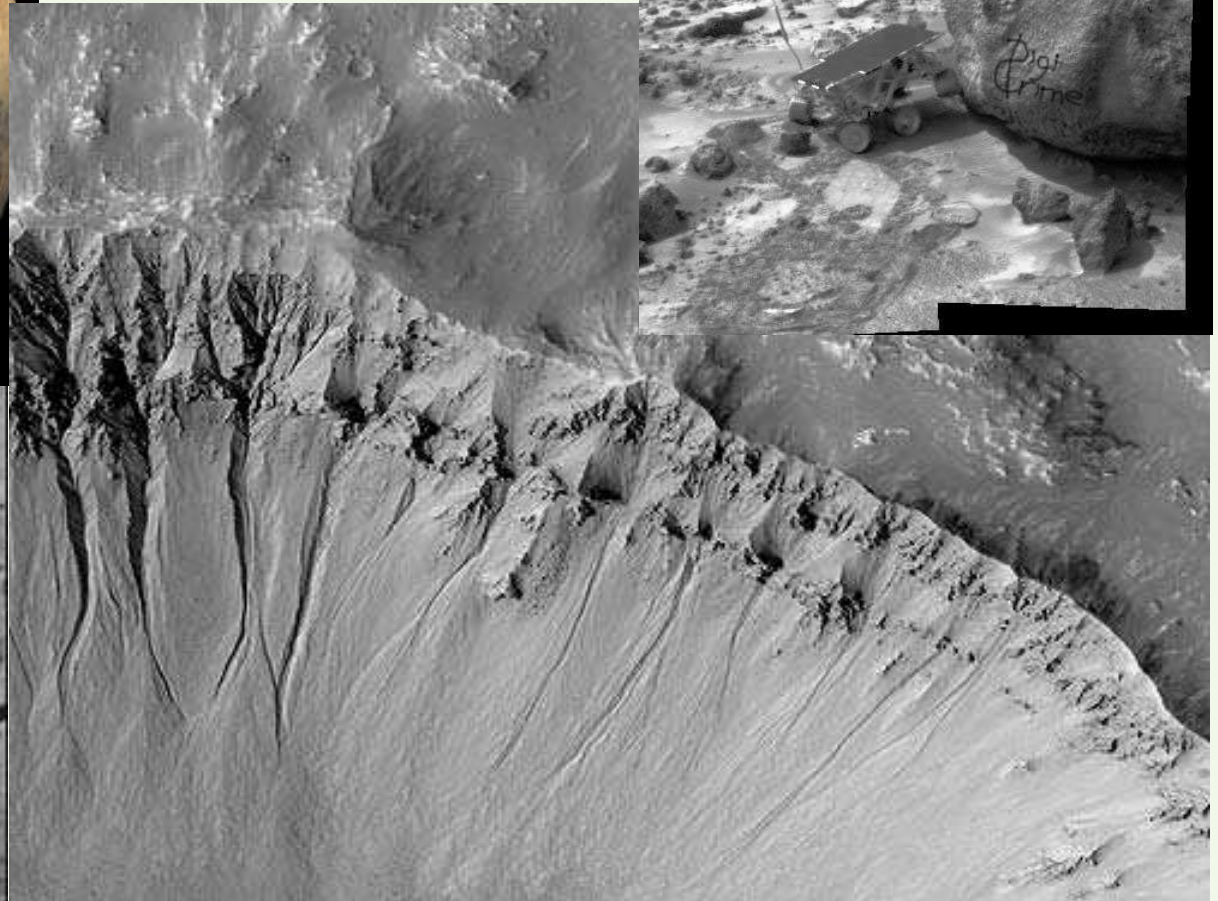
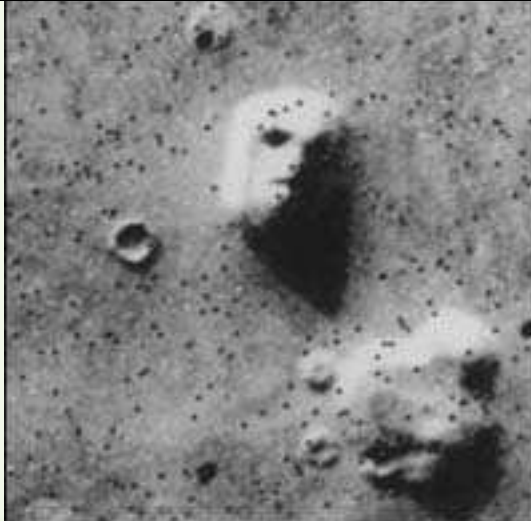
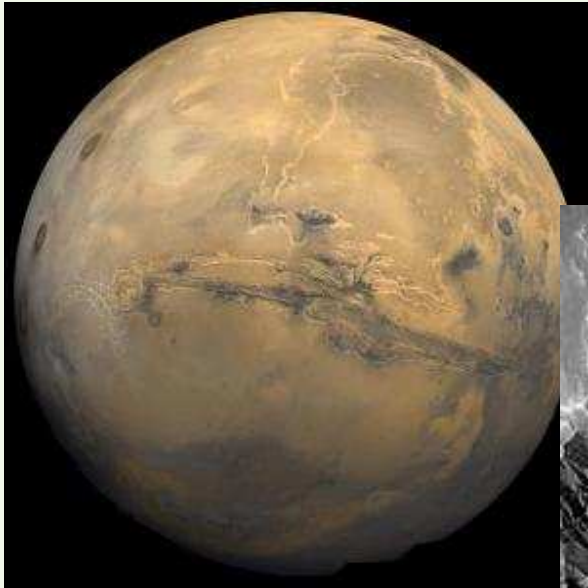
meteorologická družica

Landsat (1972), SPOT (1986),..



družice přírodných zdrojov

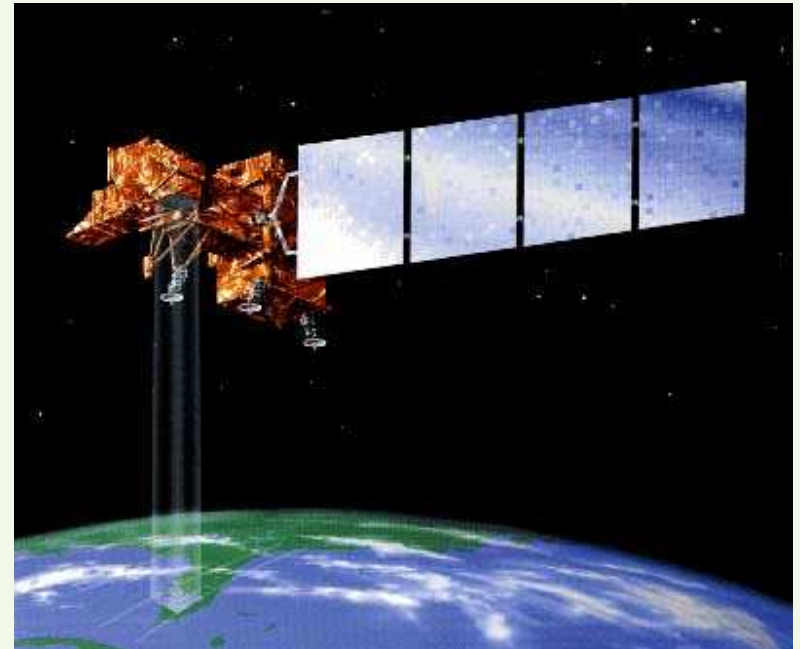
Mars - Viking (1976), MGS (1997),...



december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

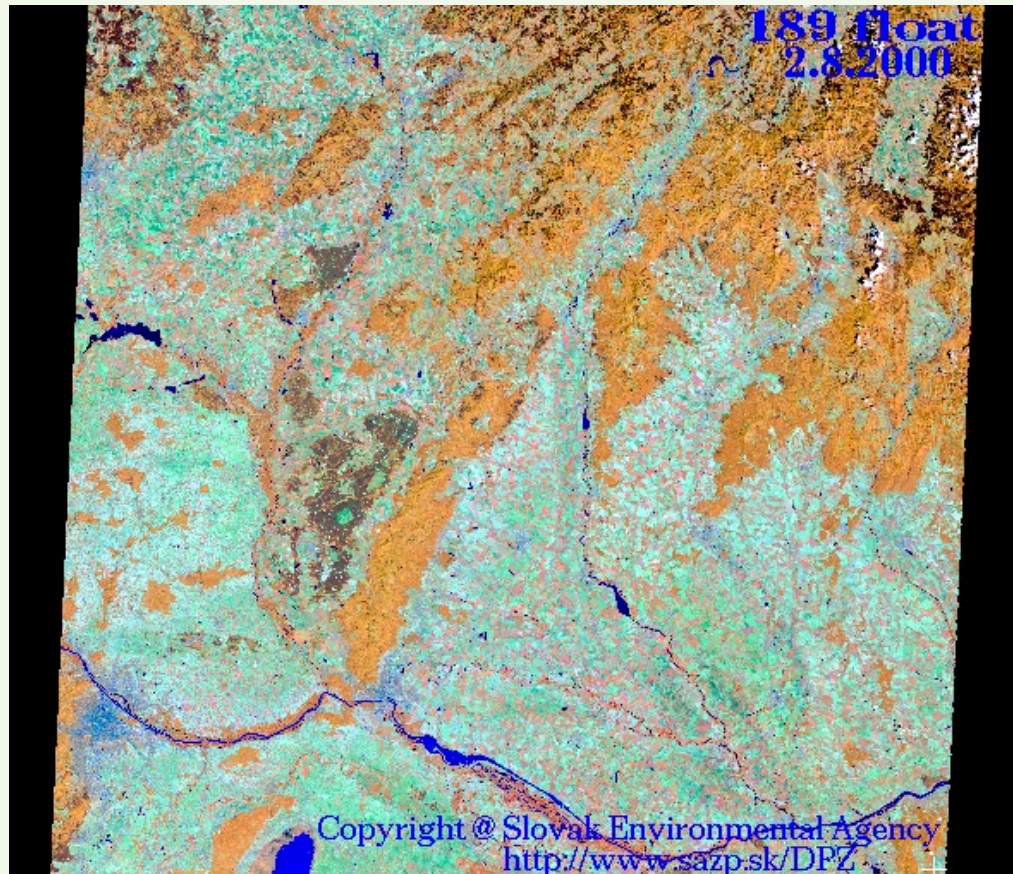
Fotogrametria a DPZ



- **staršia technika**
- **analógová záznamy**
- **vysoké priestorové rozlíšenie**
- **nízke spektrálne rozlíšenie**

- **novšia technika**
- **digitálne – problém prenos**
- **vysoké spektrálne rozlíšenie**
- **nízke priestorové rozlíšenie**

Fotogrametria a DPZ



družica

minulost'



lietadlo

december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Fotogrametria a DPZ

Fotogrametria

- geometrická presnosť
- snímanie z lietadiel

DPZ

- kvalita objektu – rádiometria
- snímanie z družíc

Dnes – konvergencia

Definícia DPZ

Kyoto (1988)

- **XVI. kongres ISPRS**
- **Fotogrametria a DPZ je umenie, veda a technológia na získavanie spoľahlivých informácii o fyzikálnych objektoch a ich okolí pomocou záznamu, merania a interpretácie snímok, prípadne digitálnych záznamov, ktoré sa získavajú pomocou nekontaktných snímacích systémov.**

Princíp, obsah, objekt, metódy DPZ

- princíp – získavanie informácií na základe EMŽ, bezkontaktne
- objekt – zemský povrch, pod povrchové a nadzemné vrstvy
- metódy – fyzikálne meranie, spektrálna analýza, štatistika, spracovanie obrazu
- znak – interdisciplinárnosť - fyzika, optika, matematika, štatistika, spracovanie obrazu, PC, spojenie s GIS

Obsah (etapy) DPZ

1. vyhotovenie záznamov + prenos na pozemné stanice



- využitie snímacej techniky – skener, kamera, radar,

Obsah DPZ

2. podporené pozemné merania



- v čase snímania – snímanie odrazeného žiarenia spektromerom
- snímanie okamžitej vlhkosti pôdy
- pôchôdzka v teréne pre overenie interpretačných znakov

Obsah DPZ

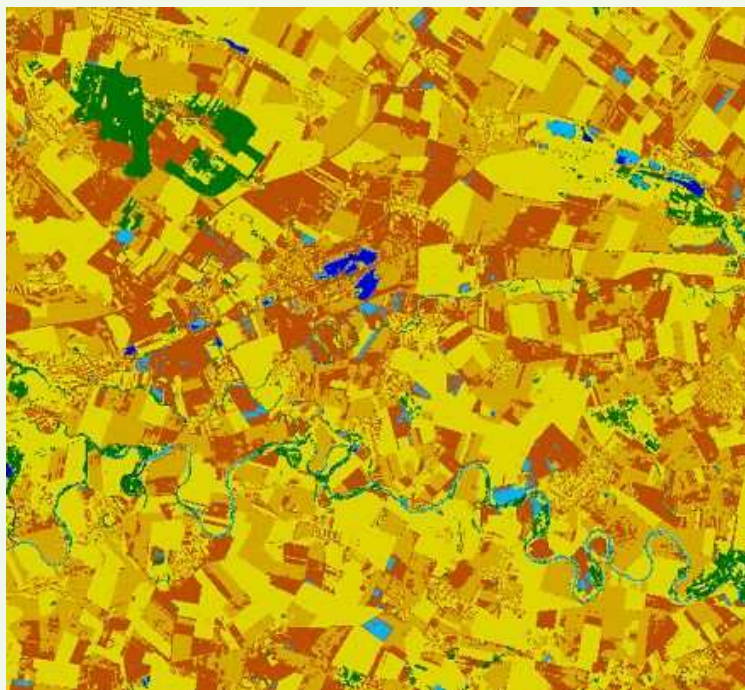
3. spracovanie záznamov



- zlepšenie geometrických a optických vlastností záznamu
 - úprava jasů, kontrastu
 - prevod na analógový tvar
- vyhotovenie farebných syntéz

Obsah DPZ

4. vyhodnotenie záznamov



yellow square	pole1
orange square	pole2
brown square	pole3
green square	les
light blue square	tecuca voda
dark blue square	stojata voda

- získanie potrebných informácií
- vizuálna interpretácia, klasifikácia obrazu

Obraz v DPZ

DPZ - práca s obrazom

Obraz – všeobecný termín

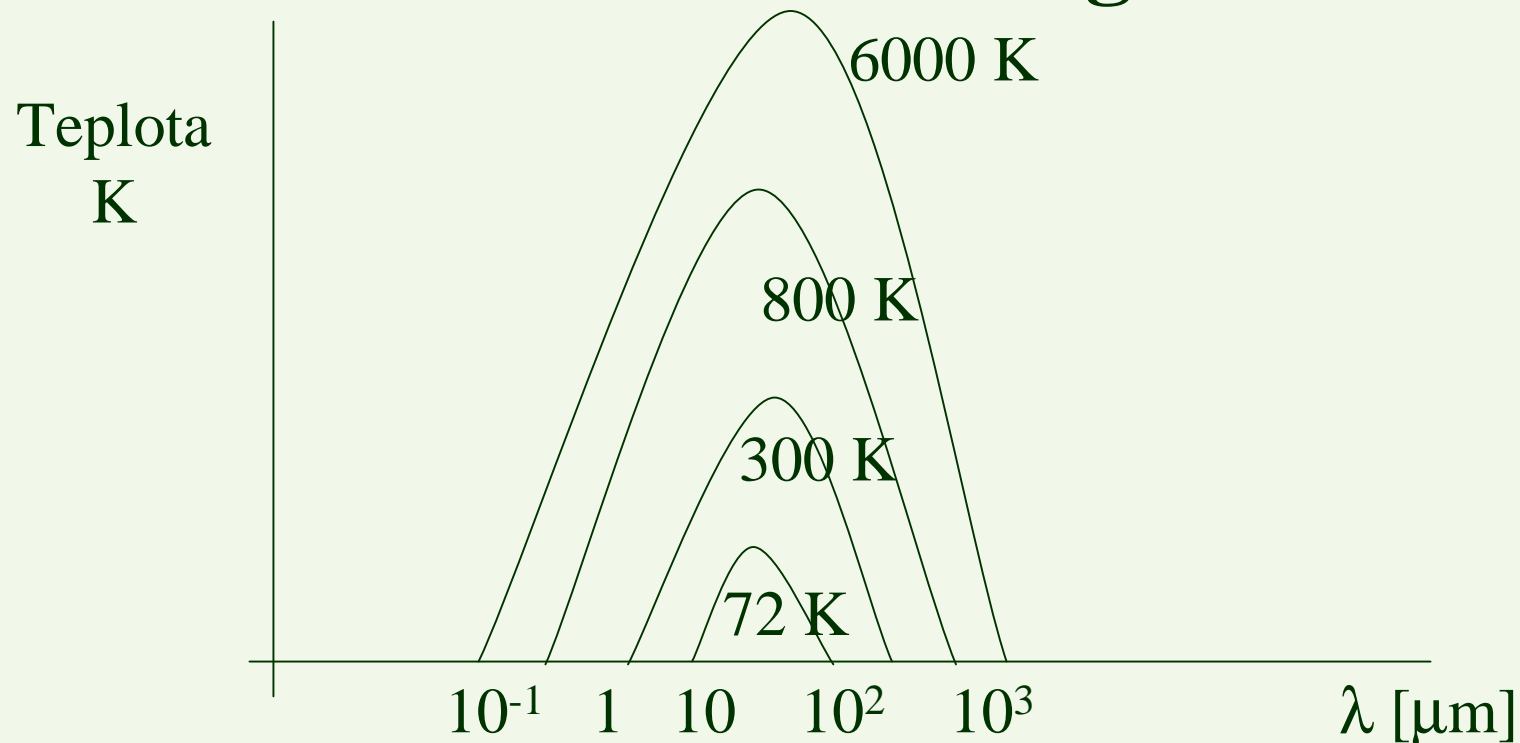
- bez ohľadu na vlnovú dĺžku alebo snímacie zariadenie
- zaznamenávané nie na fotografický film

Snímka – záznam na fotografický film (0,3-0,9 μm)

Fyzikálne princípy DPZ

Fyzikálne základy DPZ

- **DPZ – interakcia žiarenia s krajinou**
- **teleso teplejšie ako $-273,16\text{ }^{\circ}\text{C} = (0^{\circ}\text{ K})$**
- **DPZ – Slnko a slnečná energia**



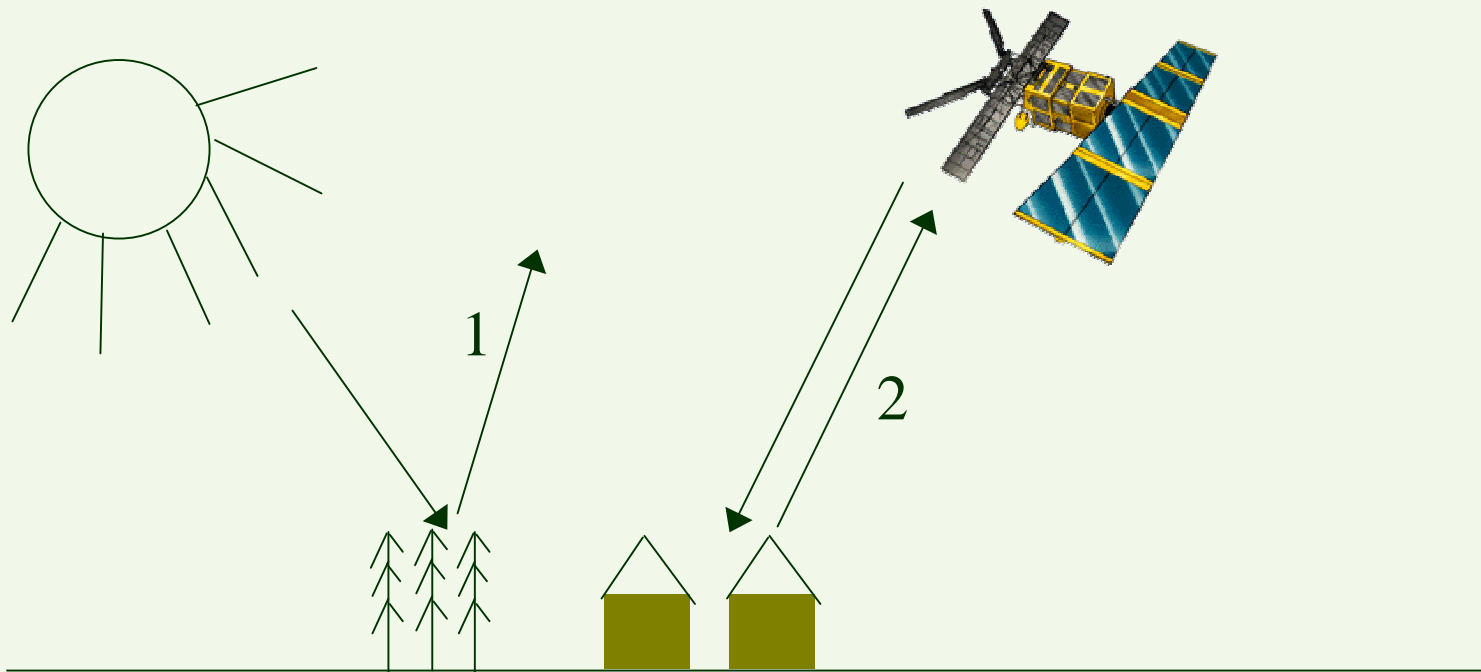
Fyzikálne základy DPZ

- princíp 1.– zo Slnka E dopadá na Zem
 - odrazené – nesie informáciu
 - zaznamenané
- 2. vlastný zdroj žiarenia
 - E vyslaná k zemi
 - odrazené a zaznamenané

Aktívne a pasívne systémy

1– pasívne – prirodzené žiarenie

2 – aktívne – umelé žiarenie

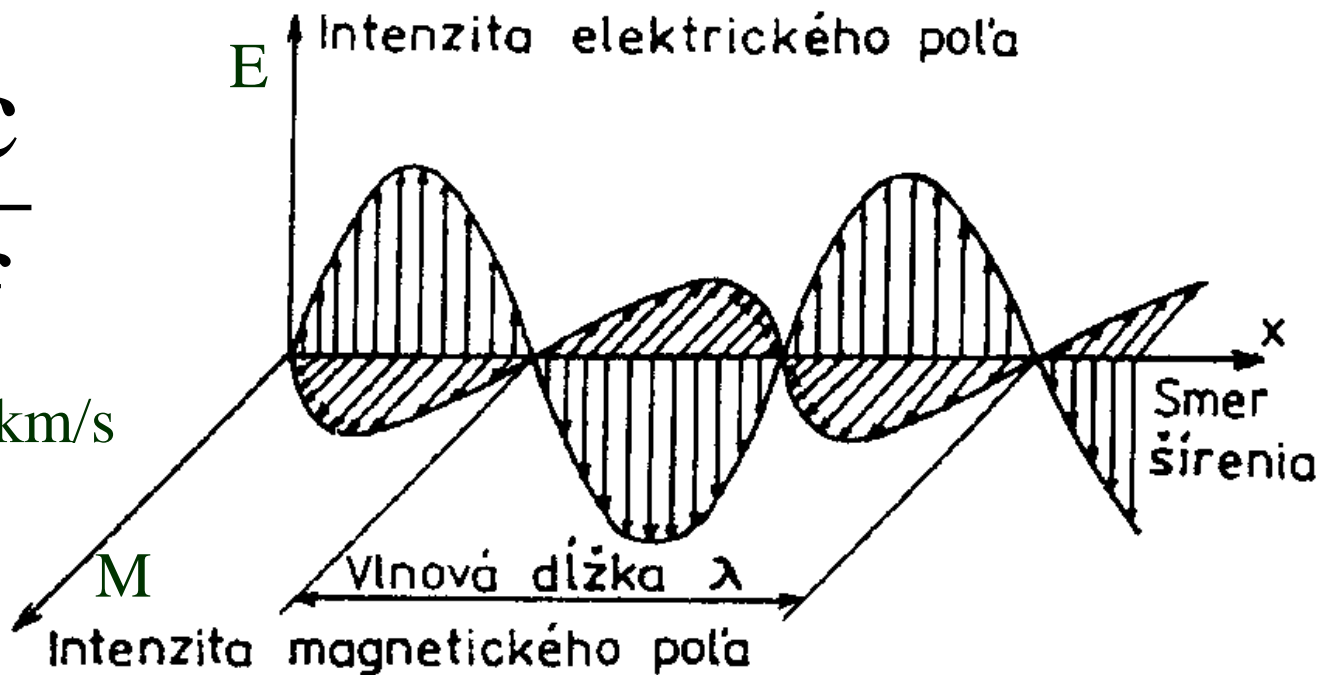


EM žiarenie

- nositeľ informácie v DPZ
- popis ako EM vlny alebo častice
- EM vlna – zvláštny prípad EM poľa, popisovaná E a M

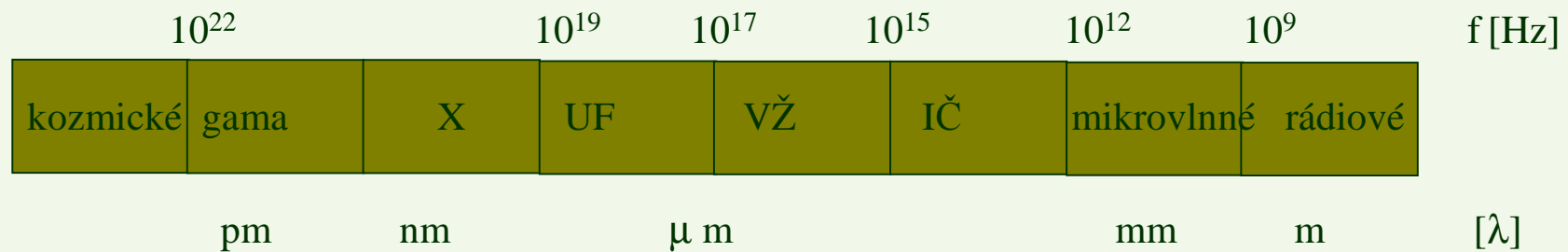
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$c = 299\,790 \text{ km/s}$$



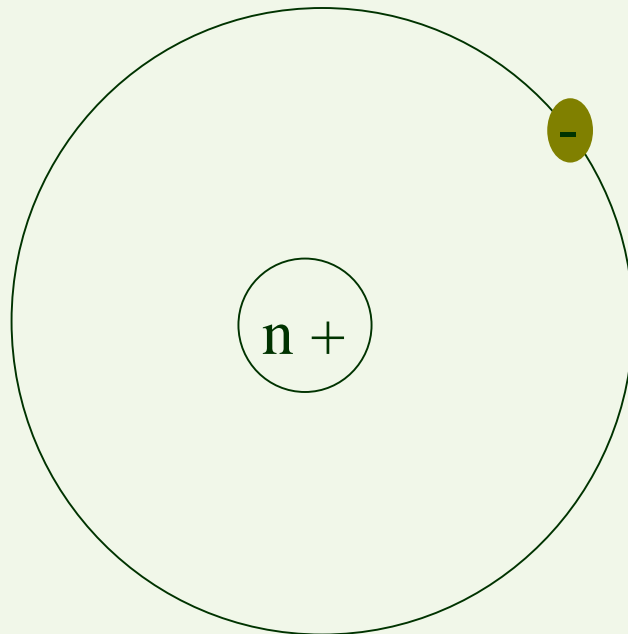
EM spektrum

- vznik – zrýchlený, spomalený pohyb častíc
- v prírode – spojité spektrum – 20 rádov
- rozdelenie podľa λ , f



Atóm

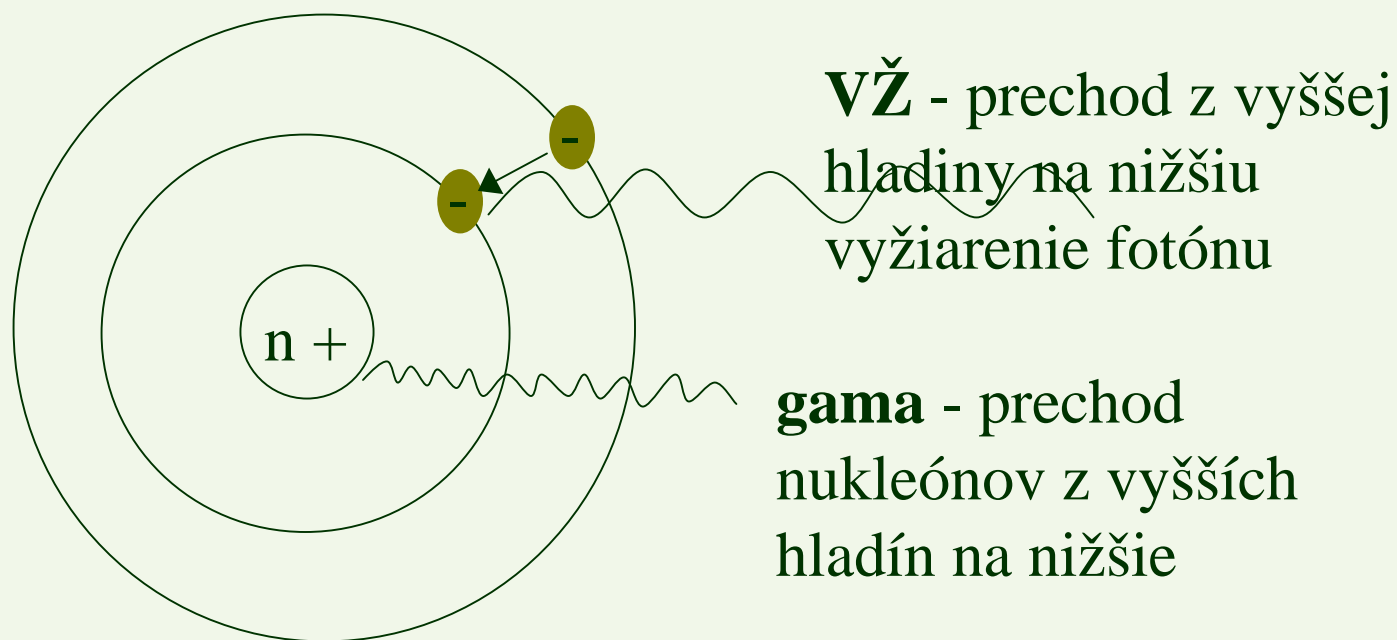
- 1913 - model atómu – dán Niels BOHR
- jadro a obal
 - jadro – proton a neutrón
 - obal - elektróny na rôznych dráhach



- ak elektrón ďalej od jadra
- väčšiu energiu
- vyššia energetická hladina

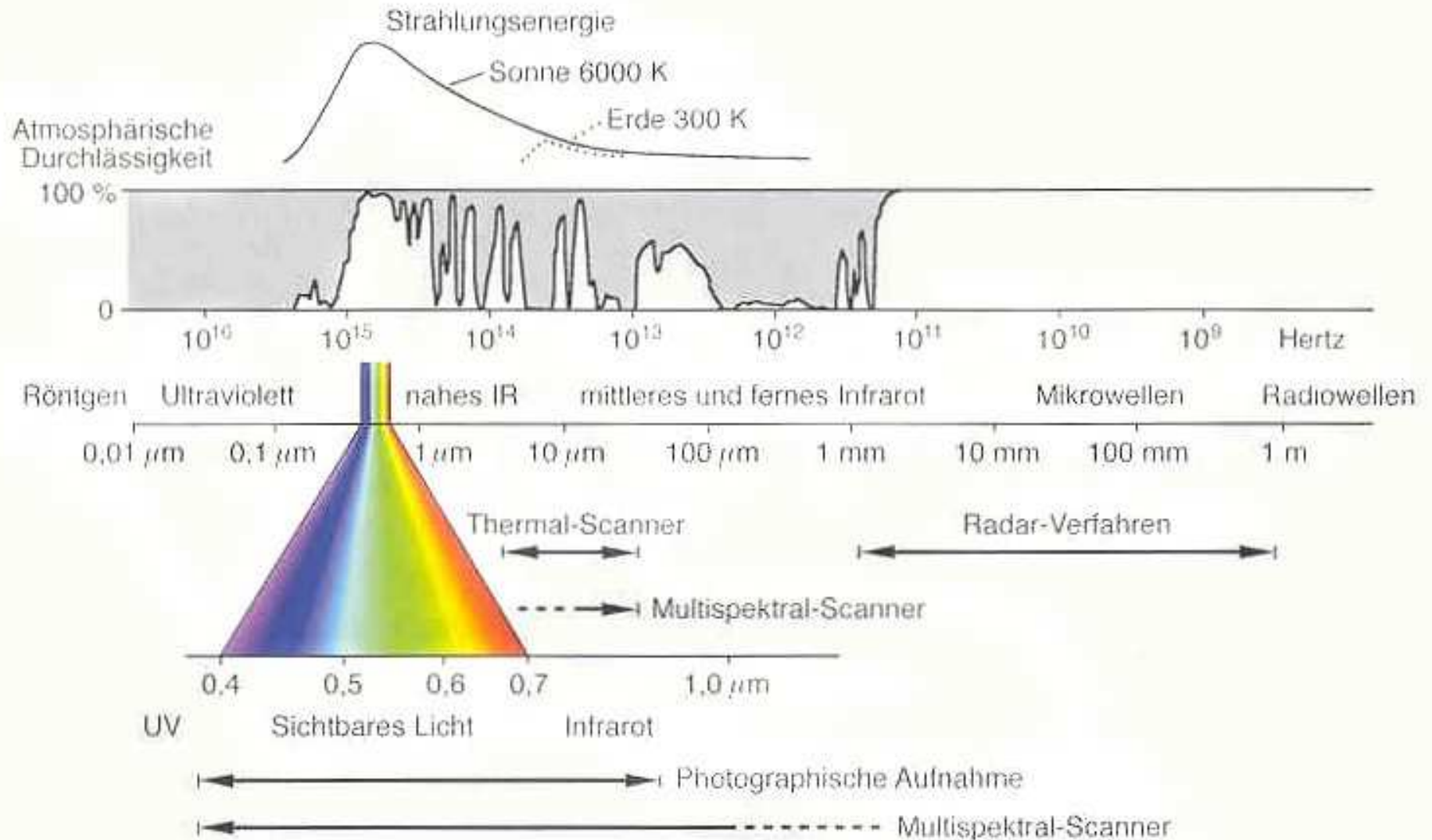
Vznik žiarenia

- BOHRova teória prepracovaná kvantovou mechanikou
- ak ďalej od jadra – vzbudený – na vyššej energetickej hladine



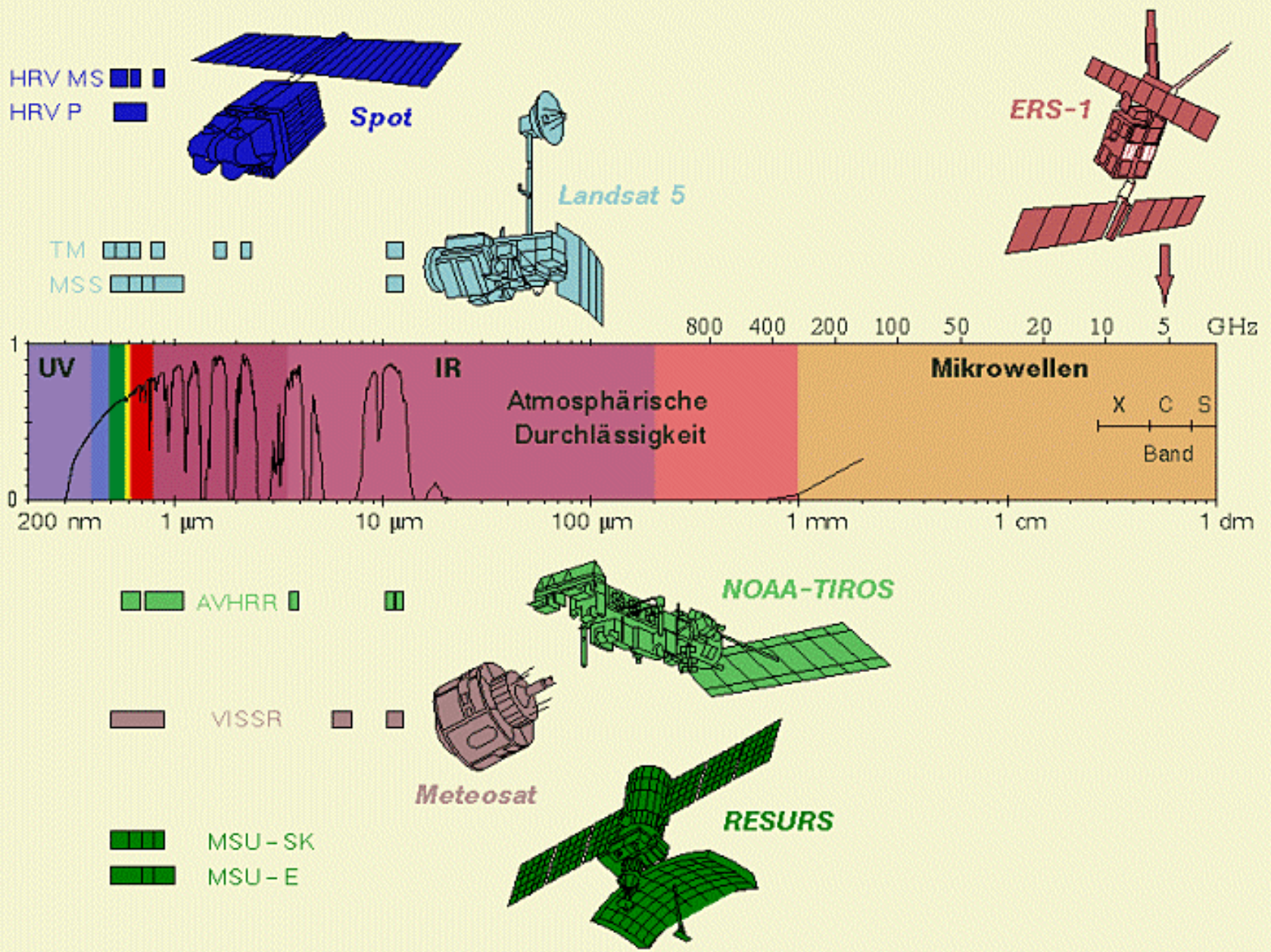
- **röntgenové** – brzdení elektónov dopadajúcich na kov/preskokoch elektrónov v atóme na veľmi nízke energetickej hladiny

Atmosferické okná, absorbčné písmo



EM spektrum a DPZ

Rozsah	Názov	Využitie
<0,01 μm	Gama Röntgenové (X)	Geofyzika Lekárstvo, stavebníctvo
0,01-0,38 μm	UF	(obmedzene DPZ)
0,38-0,72 μm	Viditeľné	DPZ
0,72-15 μm	IČ	DPZ
3 mm – 3 m	mikrovlnné	Radar – <i>aktívny SS</i>



EM spektrum a DPZ

- viditeľné **0,38 μm - 0,72 μm**

fialové 0,38-0,45 μm

modré 0,45-0,50 μm

zelené 0,50-0,58 μm

žlté 0,58-0,59 μm

oranžové 0,59-0,62 μm

červené 0,62-0,72 μm

- IČ **0,72 μm - 15 μm**

blízke IČ 0,72-1,3 μm

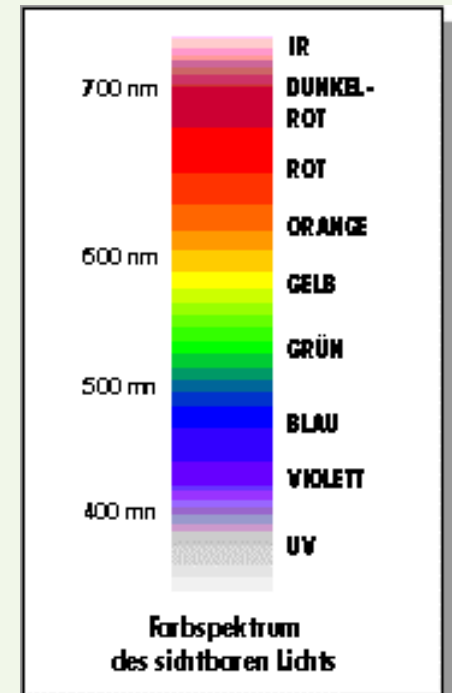
stredné IČ 1,3-4,0 μm

vzdialené IČ 4,0-15 μm

- **mirovlnné (radar)** X 2,4 - 3,8 cm

C 3,8 - 7,5 cm

L 15 - 30 cm

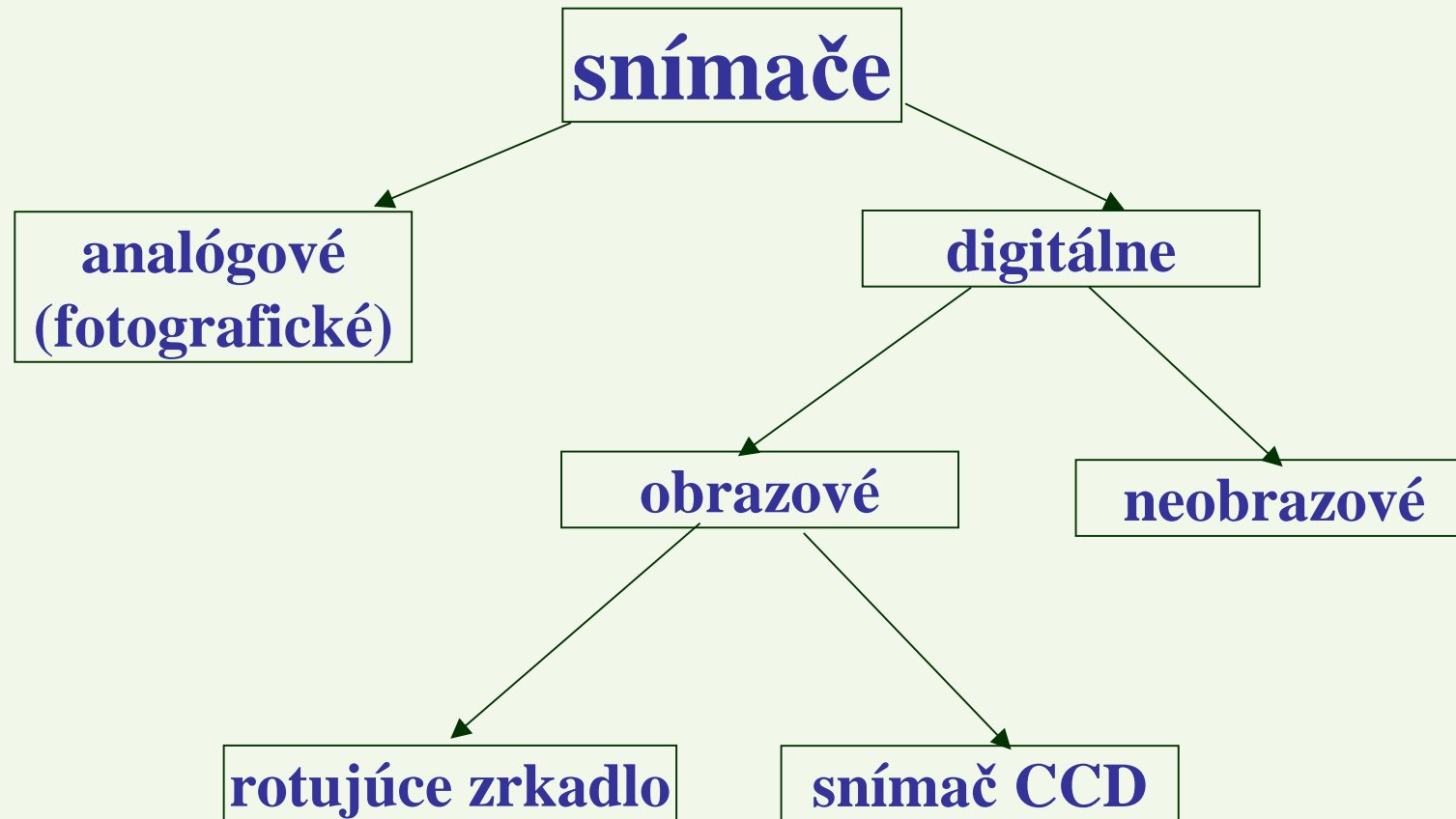


Snímače DPZ

Delenie snímačov DPZ

- **podľa typu záznamu**
 - **analógové a digitálne**
- **podľa zdroja žiarenia**
 - **pasívne a aktívne**
- **hľadisko obrazovej informácie**
 - **obrazové a neobrazové**

Delenie snímačov DPZ



Podľa obrazovej informácie

- **obrazové – snímajú priestorové rozlíšenie**
- **neobrazové – snímajú len čas a vlnové rozlíšenie**

Neobrazové snímače DPZ

Neobrazové snímače DPZ

- **zber pozemných údajov**
- **skreslenie údajov DPZ – prechod atmosférou**
- **určenie kolelácie spektrálnych charakteristík objektov s ich druhovými a stavovými charakteristikami**

Neobrazové snímače DPZ

Rádiometer LI-1800



december 2008

Digitálne snímače

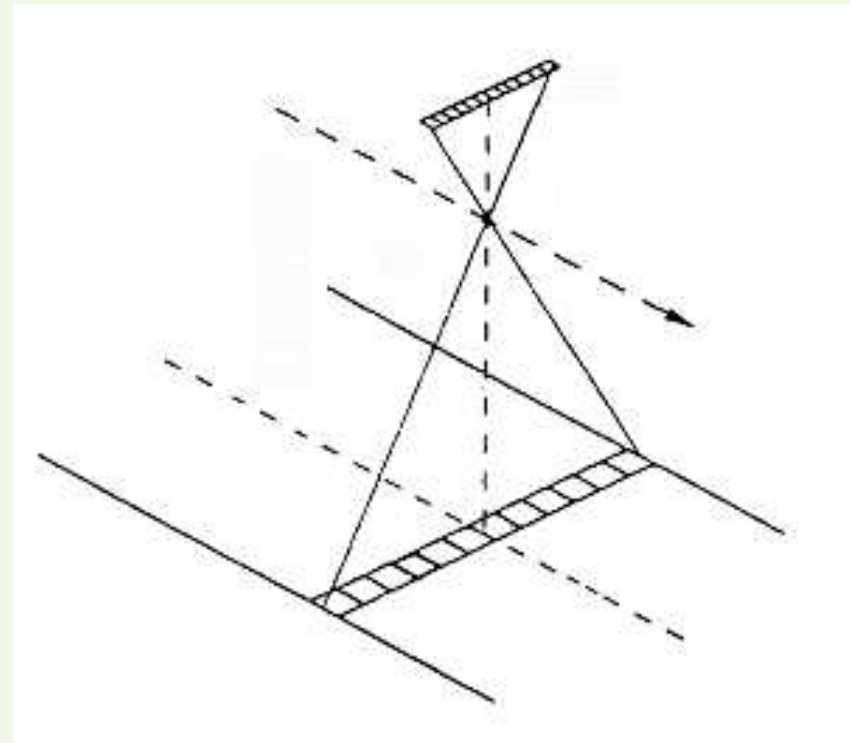
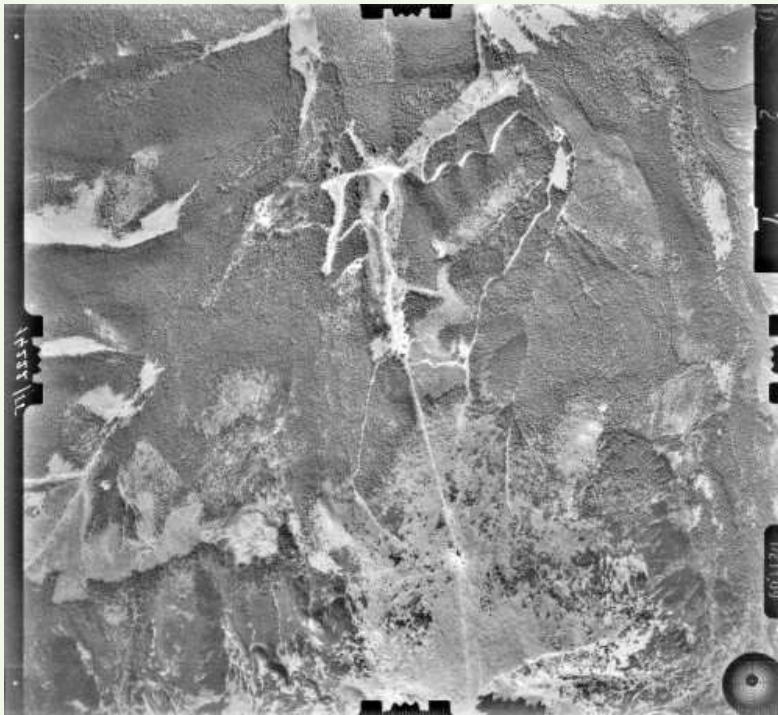
Obrazové snímače DPZ

Druhy obrazových záznamov DPZ

- **spôsobu vyhotovenia**
- **spektrálneho pásma**
- **nosiča**
- **farby**
- **sklonu osi záberu**
- **obrazového uhla**
- **vel'kosti územia**

Podľa spôsobu vyhotovenia

- analógové - fotografické
- digitálne – skener (riadkovanie),
 - plošná kamera



Podľa spektrálneho pásma

- (UF), panchromatické, IČ, tepelné, radarové, multispektrálne



Podľa nosiča

- plošina $h < 20$ m
- rogallo, riadený model 50 – 100 m
- vrtulník 50 – 2000 m
- lietadlo 500 - 8000 m
- letecké laboratória 5 km – 20 km
- kozmické laboratória 200 - 500 km
- družice DPZ 600 – 1000 km
- meteorologické družice 36 000 km

Cessna 206 G



december 2008

Prehľad DPZ, snímače DPZ

L-410 FG Turbolet



Temesvári archív

december 2008

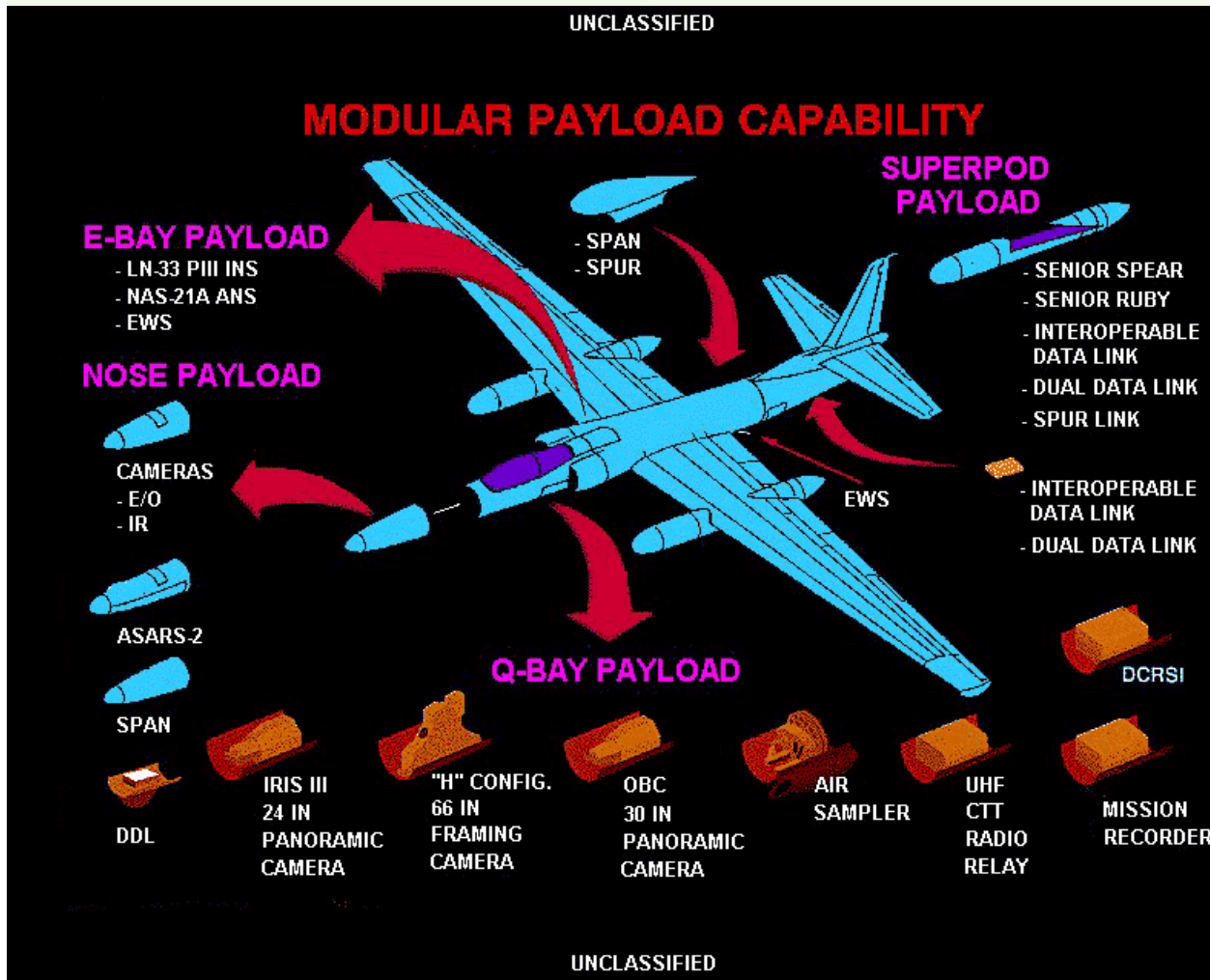
Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Fotoprieskumné lietadlá



Photo & © by: Gavin from near Fairford, UK

Lockheed U-2



**f = 910 mm,
457 x 457 mm,
film 2 km**

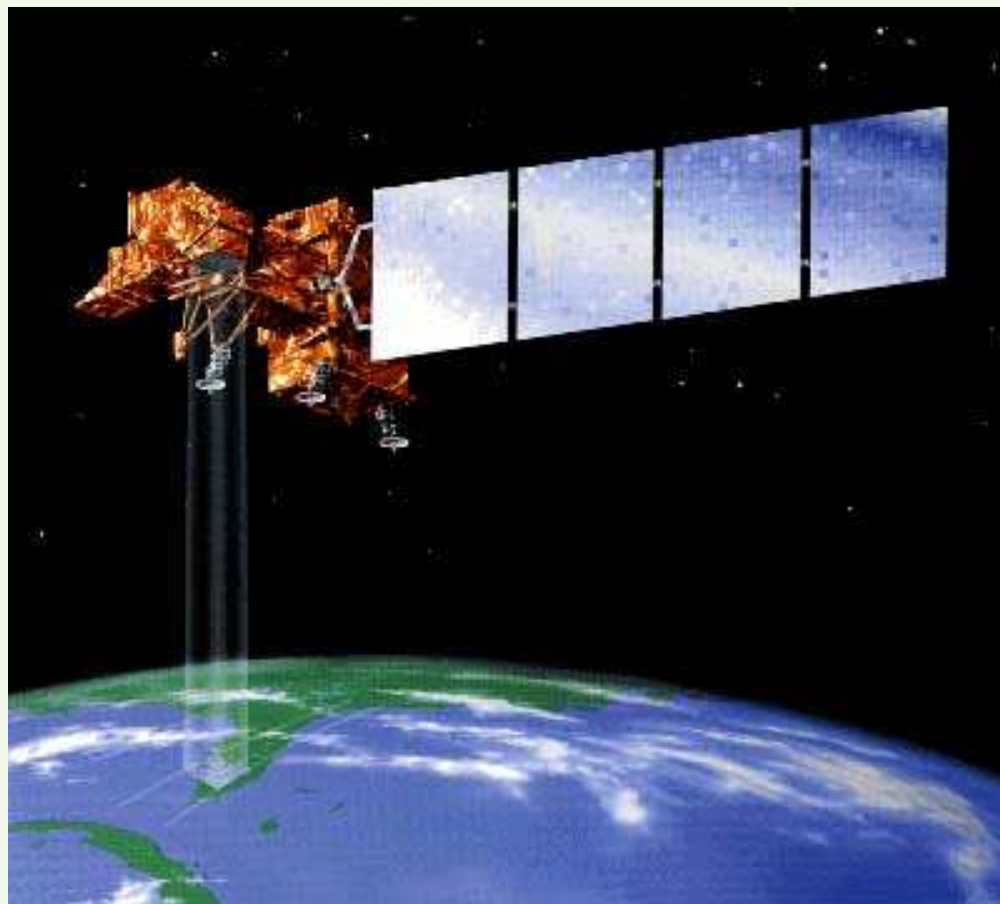
Špionážne družice



KH-4A (Key Hole)

- od 50-tych rokov v USA
- cieľ prieskum ZSSR
- urýchlenie po zostrelení U-2
- 1962 – úspech KH-4
- návratný modul s materiálom zachytávalo transportné lietadlo
- zmapovanie celého ZSSR
- RS niekoľko metrov
- mýtus o prevahe jadrových zbraní sa nepotvrdil

Družice přírodných zdrojov

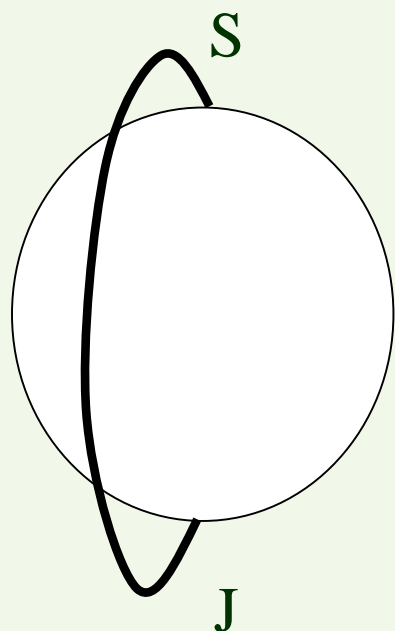


december 2008

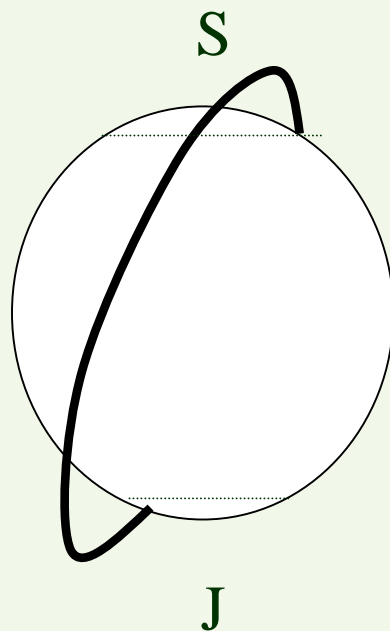
Prehľad DPZ, snímače DPZ

Obežné dráhy družíc DPZ

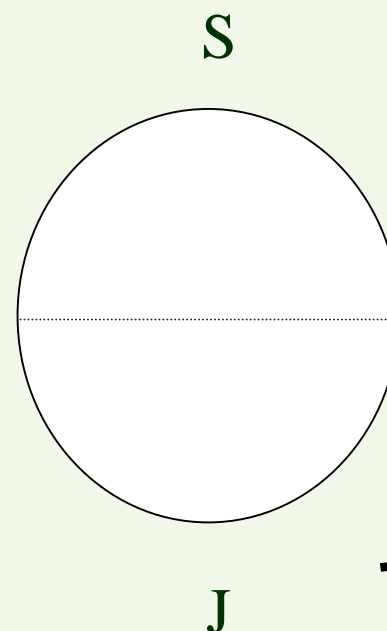
subpolárne, šikmé, geostacionárne



- sklon 80-100°
- cca 2 hodiny
- synchronná so Slnkom
- výhodná

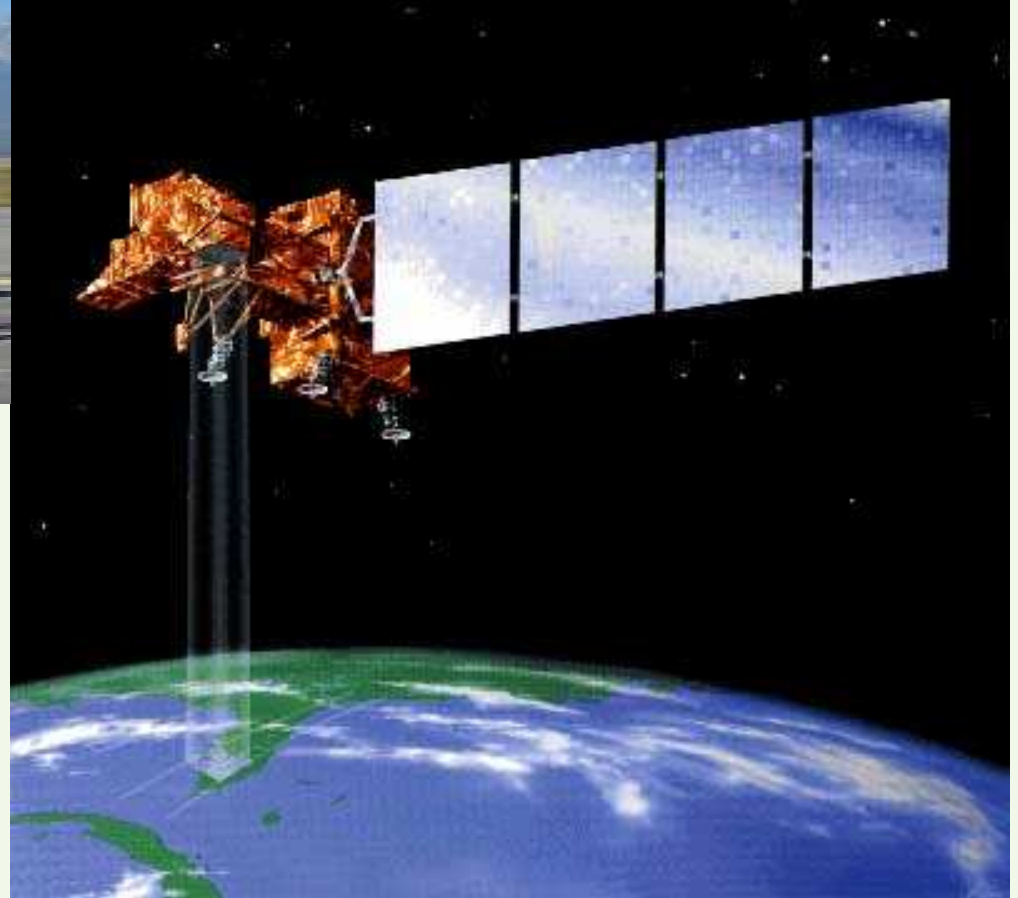


- sklon 30-65°
- max.geog.šírky
- pilotované lode



- rovina rovníka
- 35865 km
- zavesená na mieste

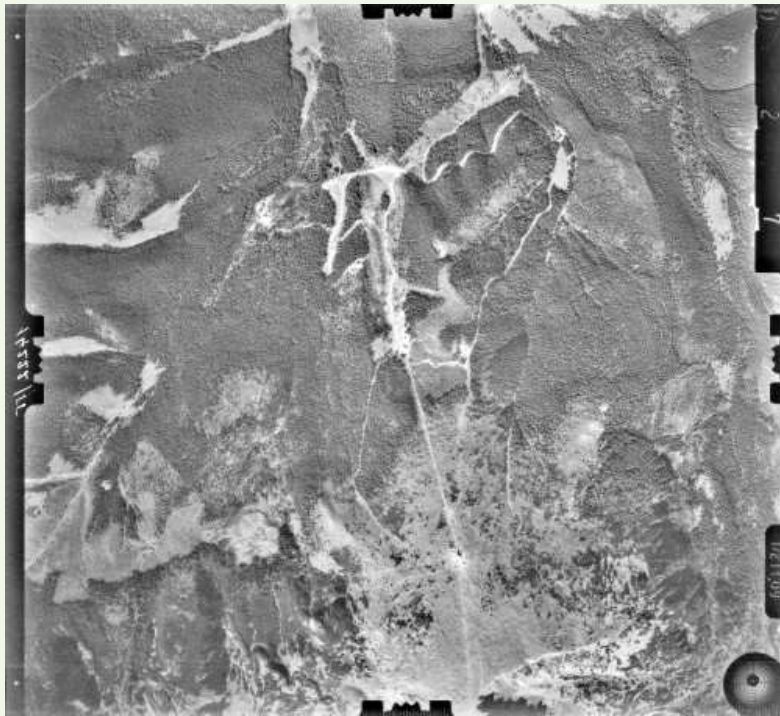
Lietadlo vs. družica ?



- história vzniku
- rozlíšenie – geometrické,
 - rádiometrické
- operatívnosť ?
- cena ?

Podľa farby

ČB, farebné, multispektrálne



december 2008

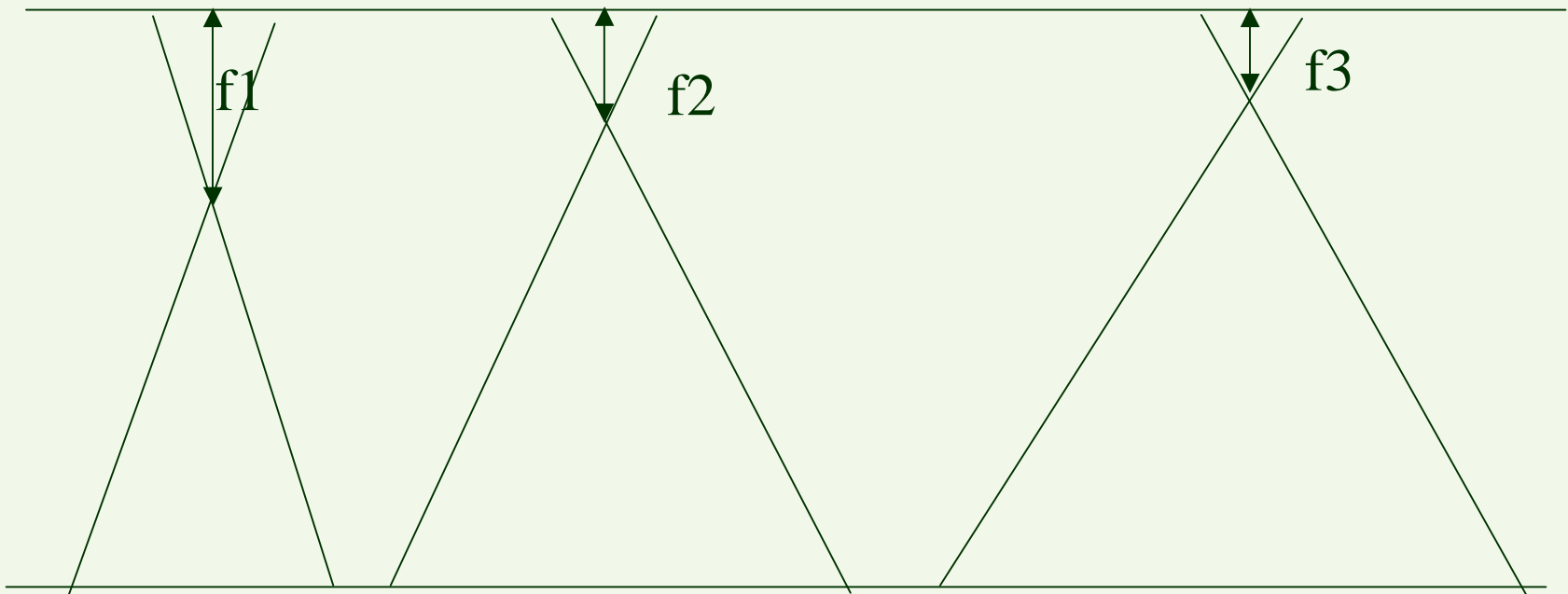
Podľa skonu osi záberu

zvislé, šikmé, vodorovné



Podľa obrazového uhla

úzky, normálny, široký, nadširoký objektív

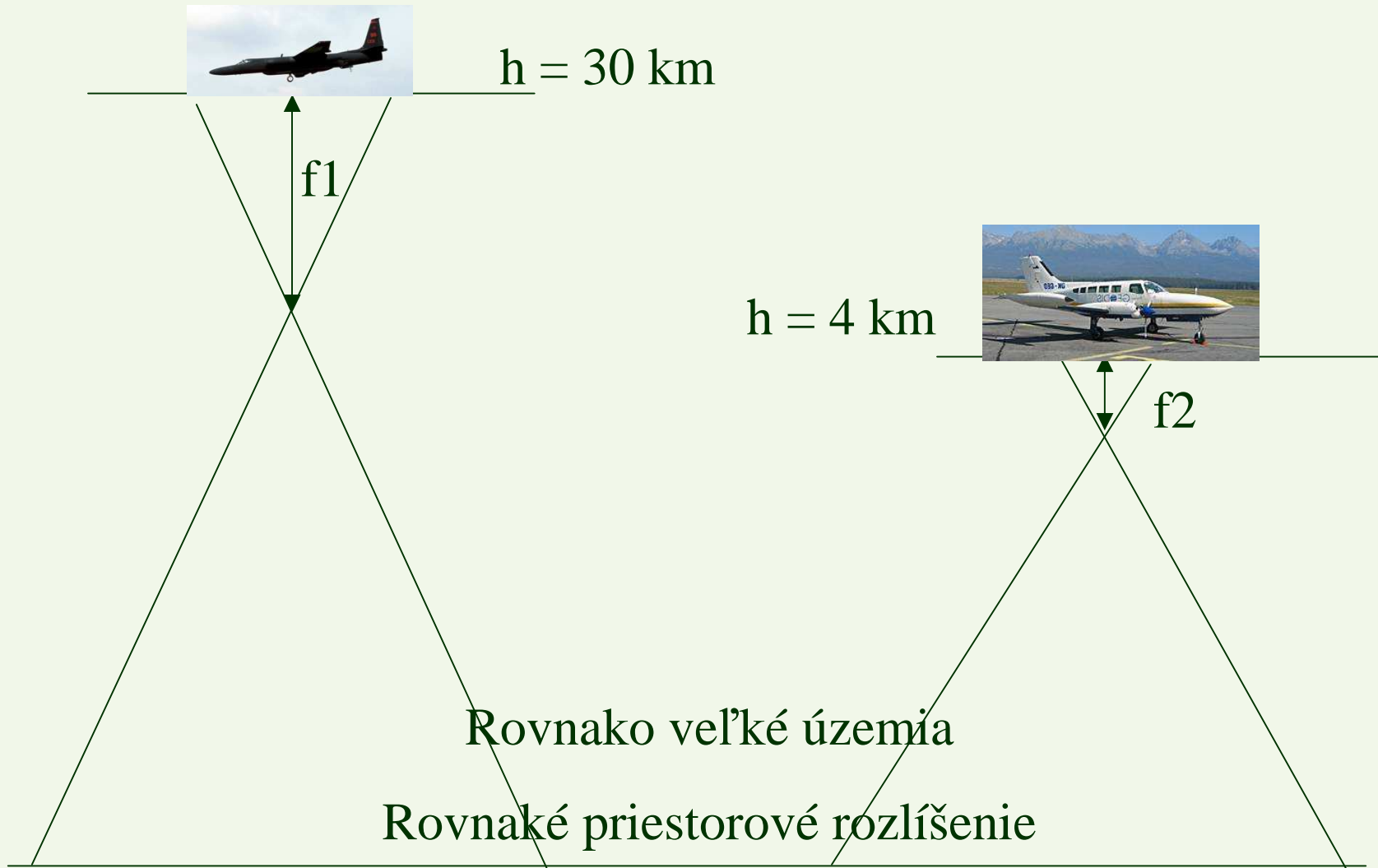


Podľa obrazového uhla



december 2008

Podľa obrazového uhla



Podľa veľkosti územia

globálne, oblastné, lokálne, detailné

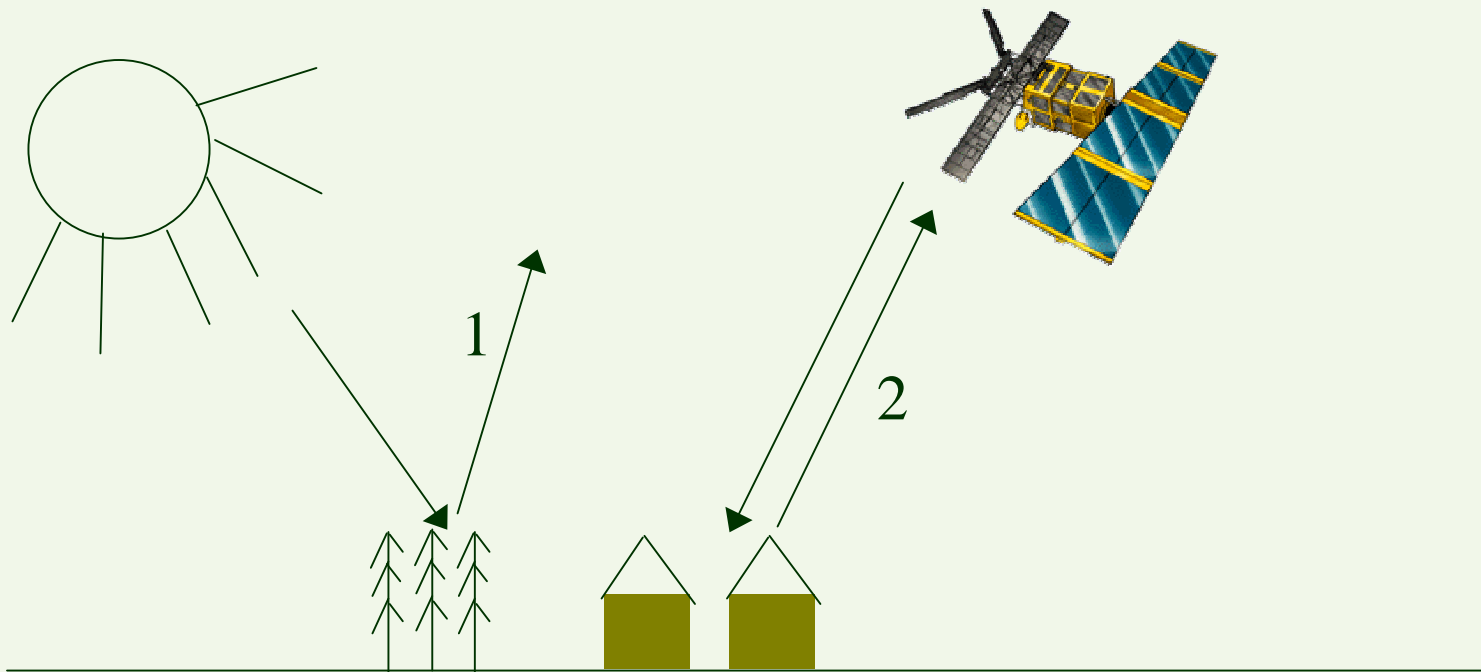


Pasívne analógové snímače DPZ

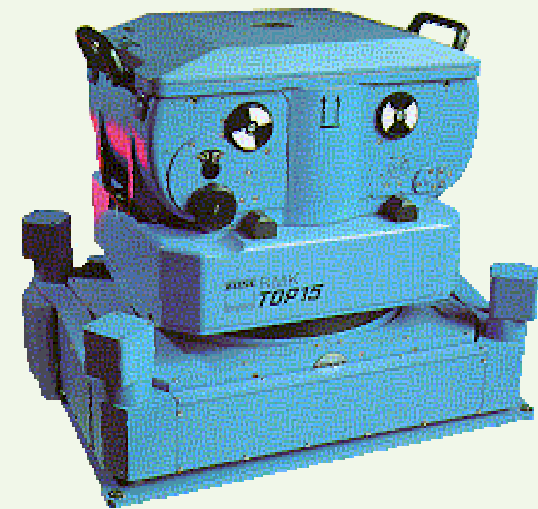
Aktívne a pasívne systémy

1– pasívne – prirodzené žiarenie

2 – aktívne – umelé žiarenie



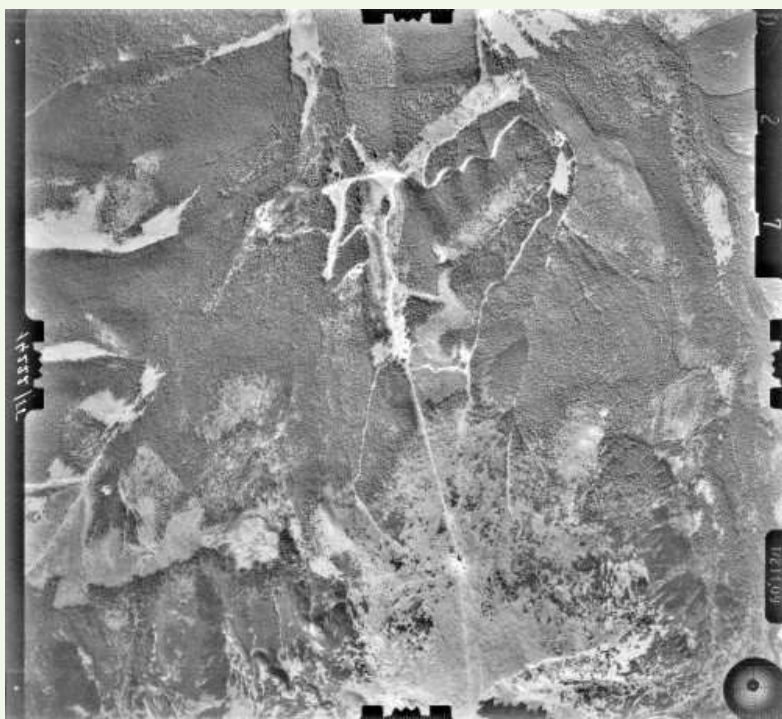
Letecké fotogrametrické kamery



december 2008

Prehľad DPZ, snímače DPZ

Letecké snímkovanie



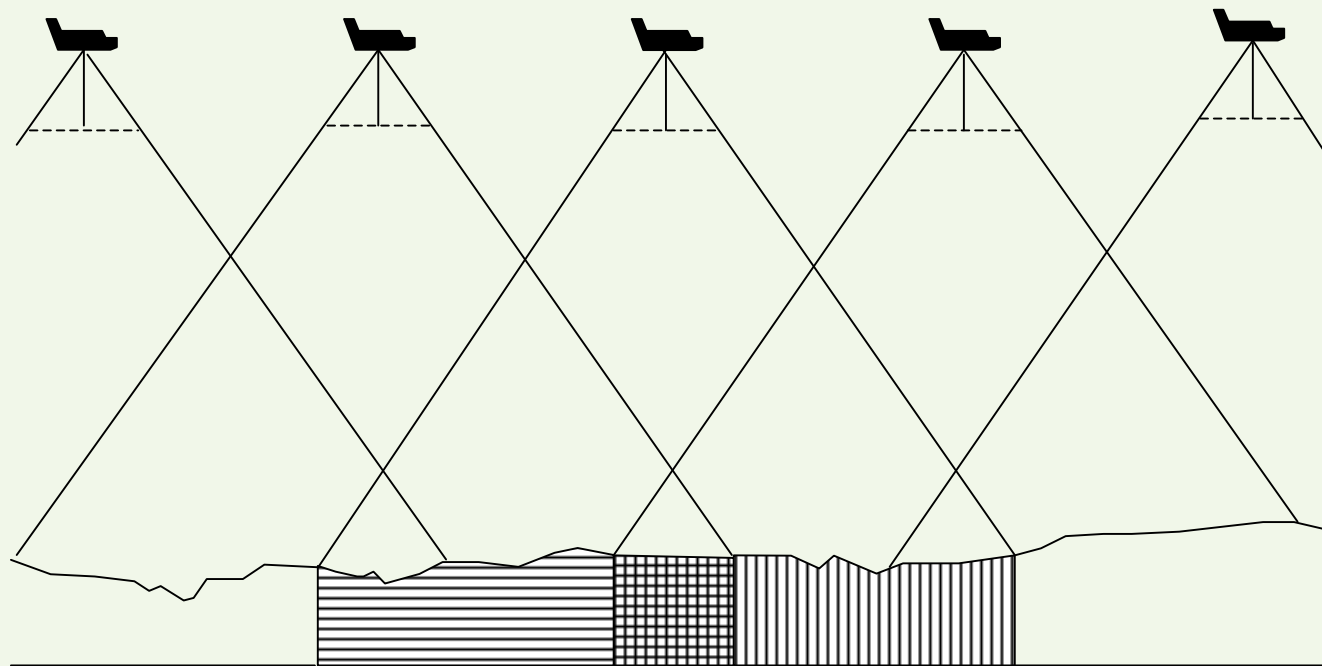
staršie – [1818] – 180 x 180 mm



novšie – [2323] – 230 x 230 mm

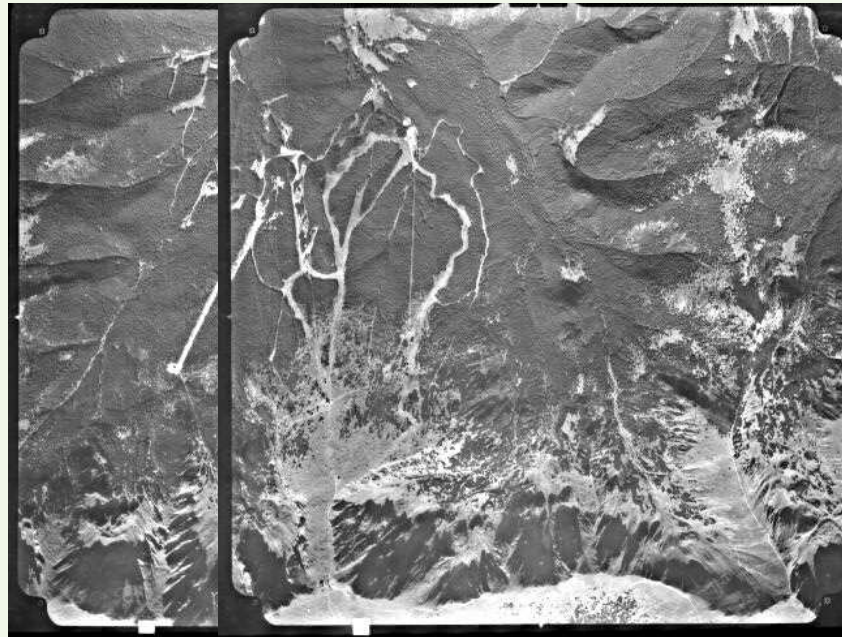
Snímkový let

velký počet systematicky usporiadaných snímkov



Snímkový let

- **prekryt** – funkcia rýchlosti lietadla
- **% , (p)**
- **rovina** – jednoduchý $p = 20$ až 30 %
- **hornatina** – stereoskopický $p = 60$ %



Rez ČB filmom

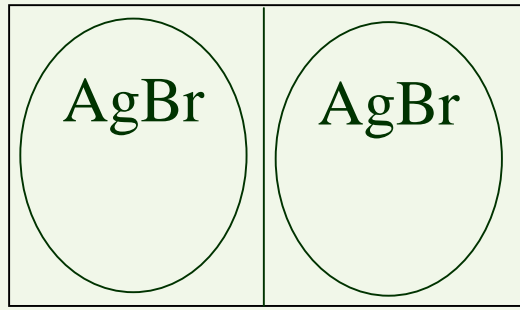
- letecké snímky – film
- emulzia citlivá na svetlo – AgBr
- chémia - vyvolanie, ustalo'ovanie, opranie a sušenie



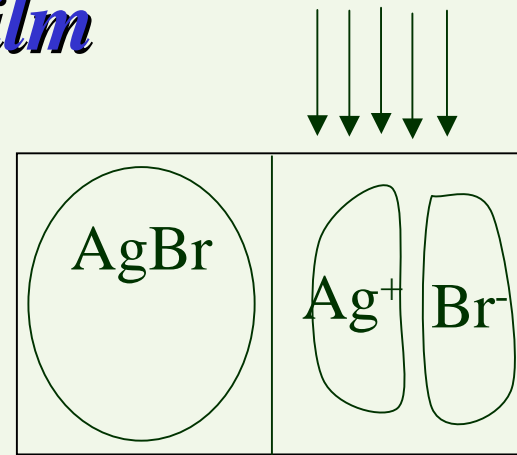
- ochranná vrstva
- citlivá vrstva AgBr
- medzivrstva
- nosné médium (film, sklo)
- antihalačná vrstva

- negatív, diapozitív

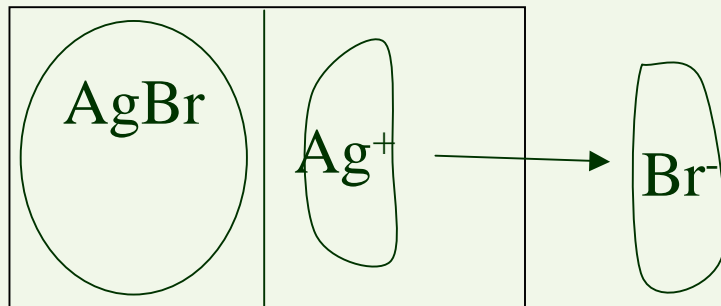
ČB film



a)



b) dopad svetla – štiepenie AgBr



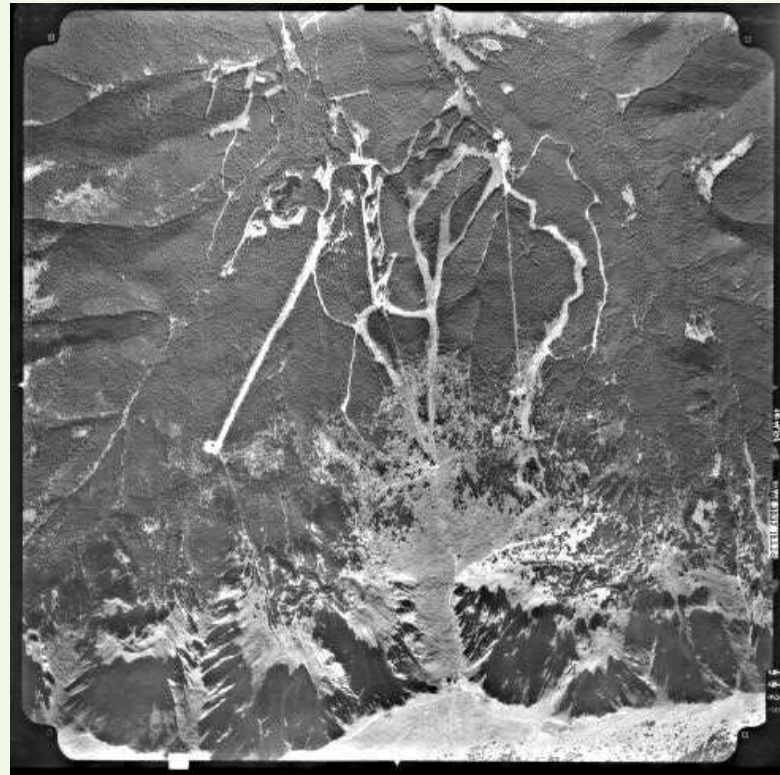
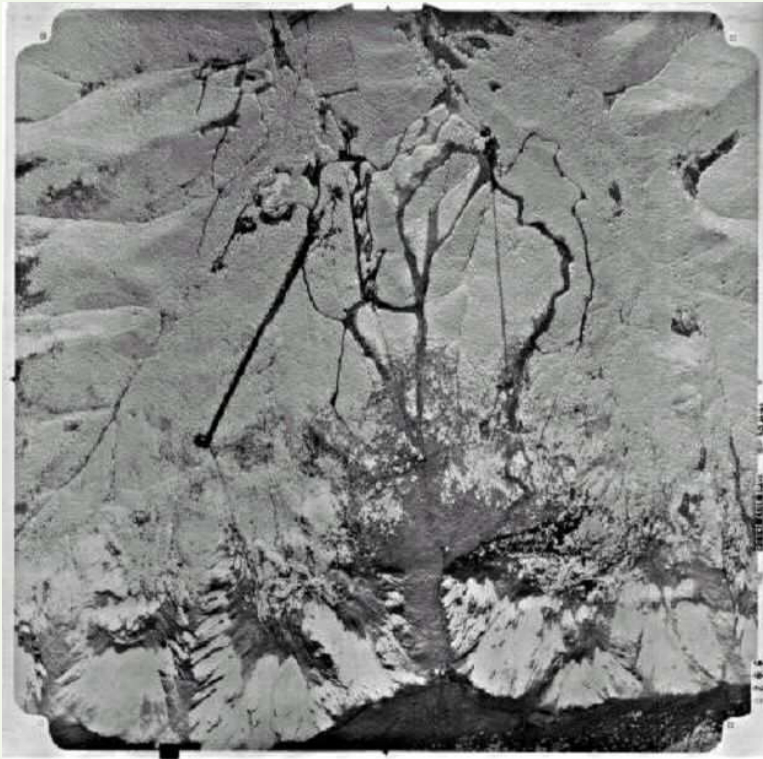
c) vyvolanie – naviazanie Br⁻



d) ustálenie – viazanie AgBr
kde nedopadlo svetlo

ČB film

- **negatív, diapozitív**

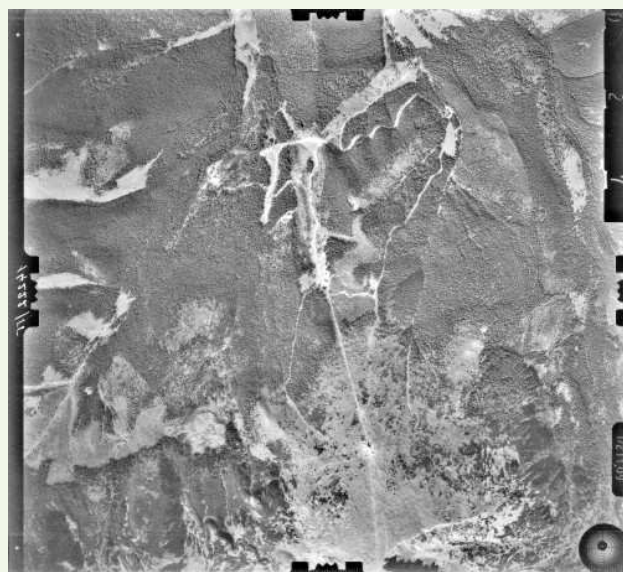


ČB snímky

- odtiene šede
- podložka nesie len 1 vrstvu
- ľudské oko – 16 až 20 odtieňov
- film citlivý na svetlo
 - panchromatické 0,5-0,7 μm
 - infračervené 0,6-1,2 μm
 - ortochromatické 0,35-0,6 μm

Panchromatické ČB snímky

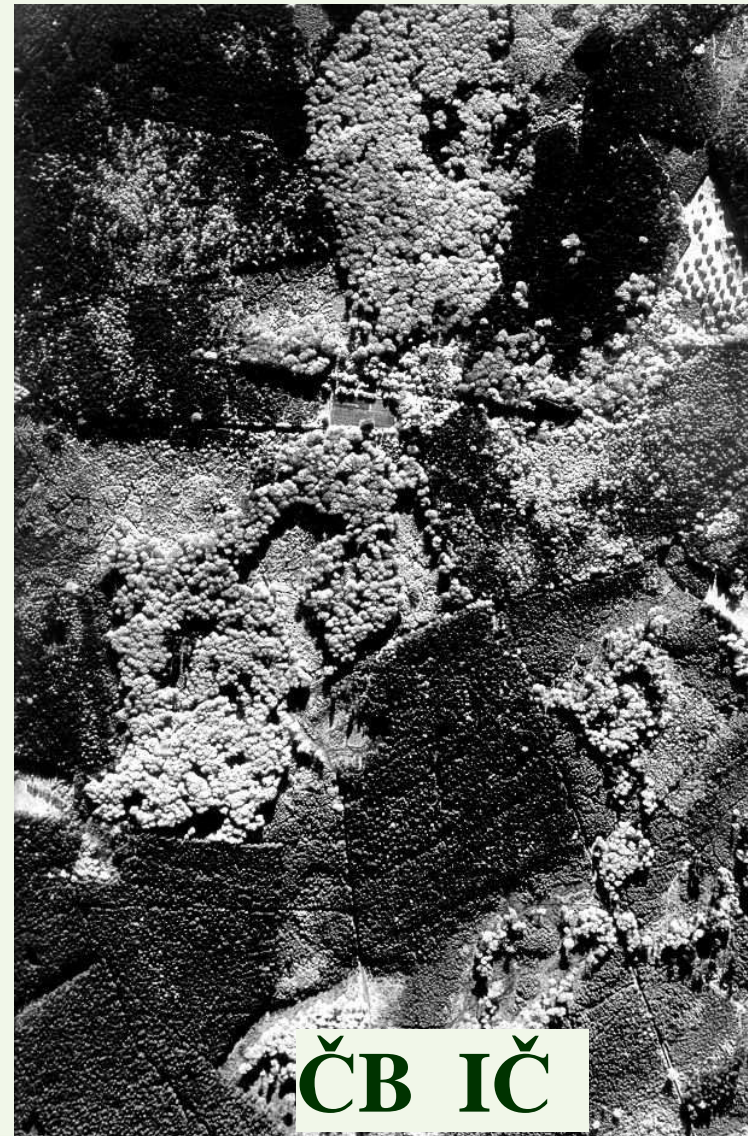
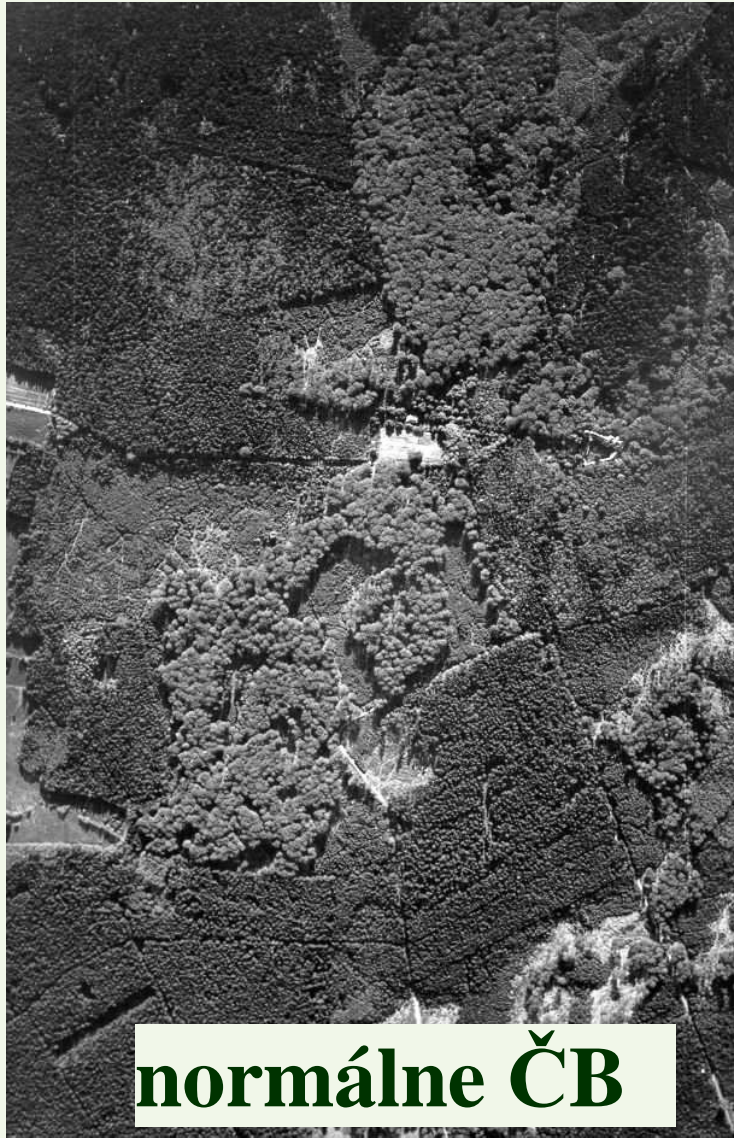
- 0,5-0,7 μm
- svetlo rozplytované – perspektíva, oblaky
- mapovanie - fotogrametria
- letecká meračská snímka - ortofotomapa



ČB IČ snímky

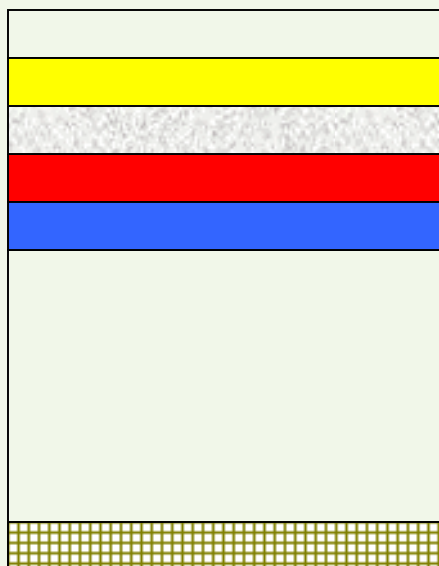
- ČB IČ film - 0,6-1,2 μm
- IČ svetlo preniká aerosolmi, dymom,...
- málo rozptyľované – ostré objekty
- strácajú perspektívu – objekty plocho
- tiene, bez polotieňa
- voda
- vegetácia
- špeciálne účely

Porovnanie normálnych ČB a ČB IČ



Rez farebným filmom

- letecké snímky – film
- krajina v prirodzených farbách
- 3 vrstvy – modrá, zelená, červená

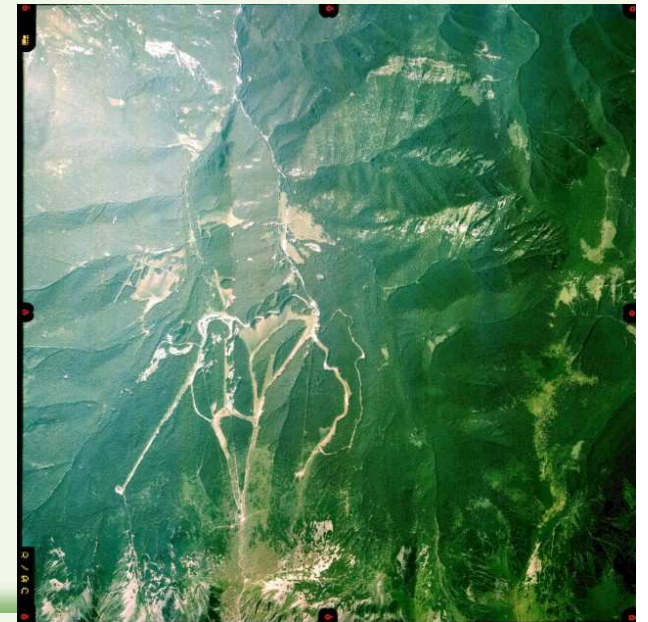


- ochranná vrstva
- vrstva citlivá na modrú
- žltá filtračná medzivrstva
- vrstva citlivá na zelenú
- vrstva citlivá na červenú
- nosné médium (film, sklo)
- antihalačná vrstva

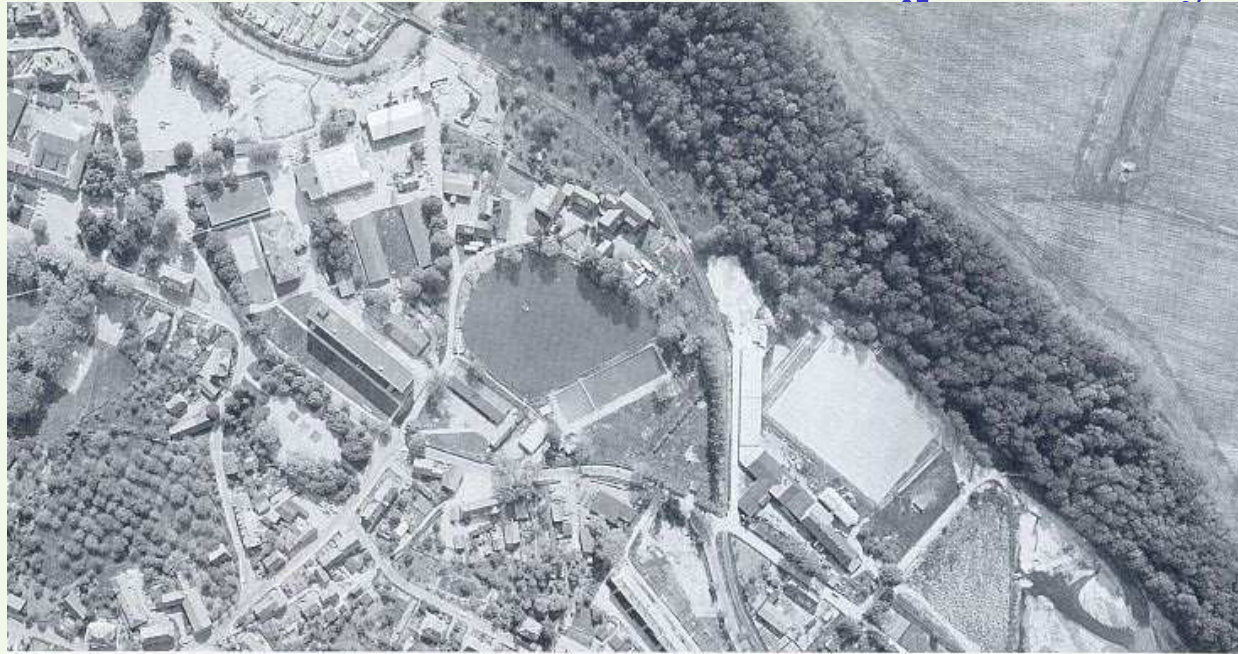
- negatív, diapozitív

Normálne farebné snímky

- krajina v prirodzených farbách
- 3 typy – negatív -> pozitív
 - inverzný film -> diapozitív
 - pozitívne
- viac informácií ako ČB
- geografia - čitateľnosť snímky
- fotogrametria
- ortofotomapy
- vplyv dymu, oparu,...



Porovnanie ČB a farebnej snímky



december 2008

Farebné IČ snímky

- pôvodne odlišenie vojenskej kamufláže
- 2 oblasti spektra
 - panchromatická 0,52-0,72 μm
 - infrachromatická 0,72-0,8 μm
- žltý filter
- farba
- špeciálne účely
- tiene, voda

Porovnanie farebnej IČ a ČB IČ snímky



december 2008

Multispektrálne snímky

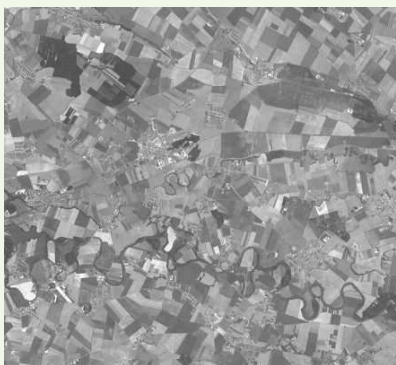
- niekoľko pásiem – VID a IČ
- multispektrálne kamery
- rovnaké územie
- multispektrálna scéna

- skladanie – farebná syntéza
 - pravé – zelená, purpurová
 - nepravé – červená, azúrová

Multispektrálne kamery



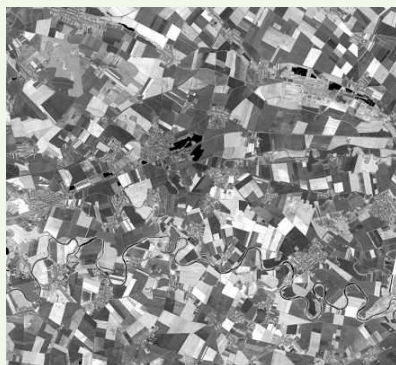
Multispektrálna scéna



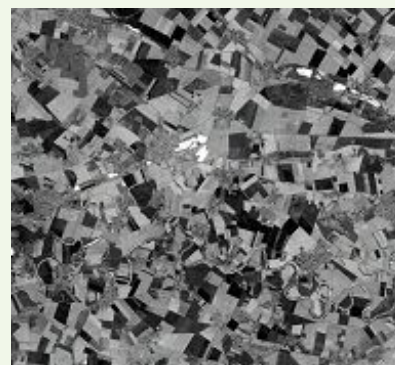
pásmo 1 – VID1



pásmo 2 – VID2



pásmo 3 – VID3



pásmo 4 – IČ

Multispektrálna
scéna

Multispektrálna scéna



pásmo1

pásmo2

pásmo3

Farebné syntézy

Pásmo1, pásmo2, pásmo3

- záleží na poradí – R, G, B
- nesmie sa opakovať

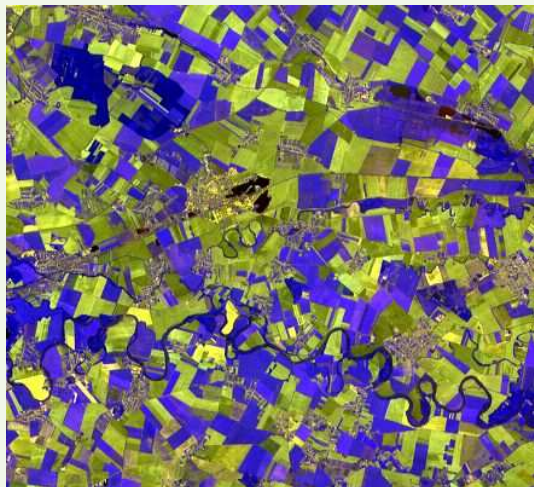
- Variácie $\frac{n!}{(n-k)!}$

- počet prvkov $n = 3$ (pásmo1, pásmo2, pásmo3)

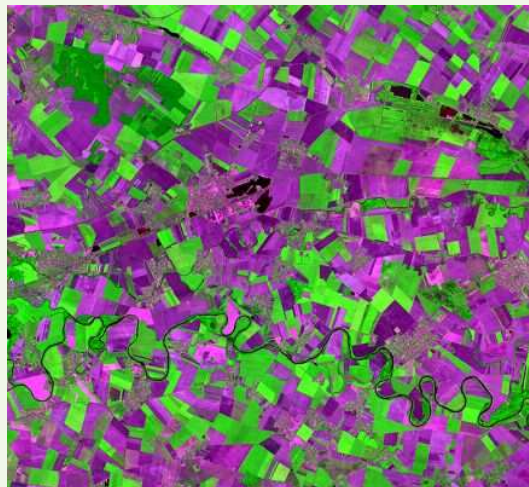
- trieda $k = 3$ (R, G, B)

$$V(3,3) = \frac{3!}{(3-3)!} = \frac{3!}{0!} = 6$$

Farebné syntézy



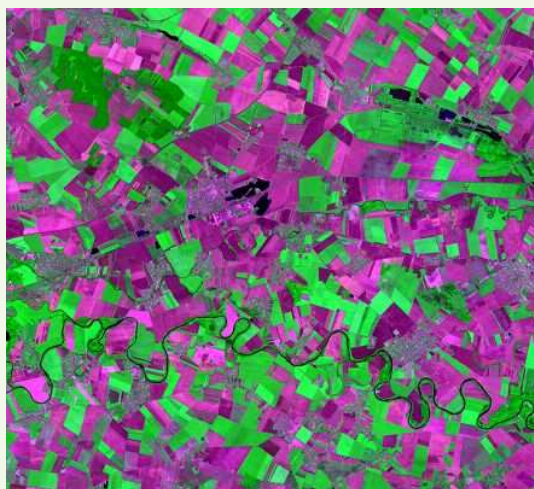
123



132



213



231

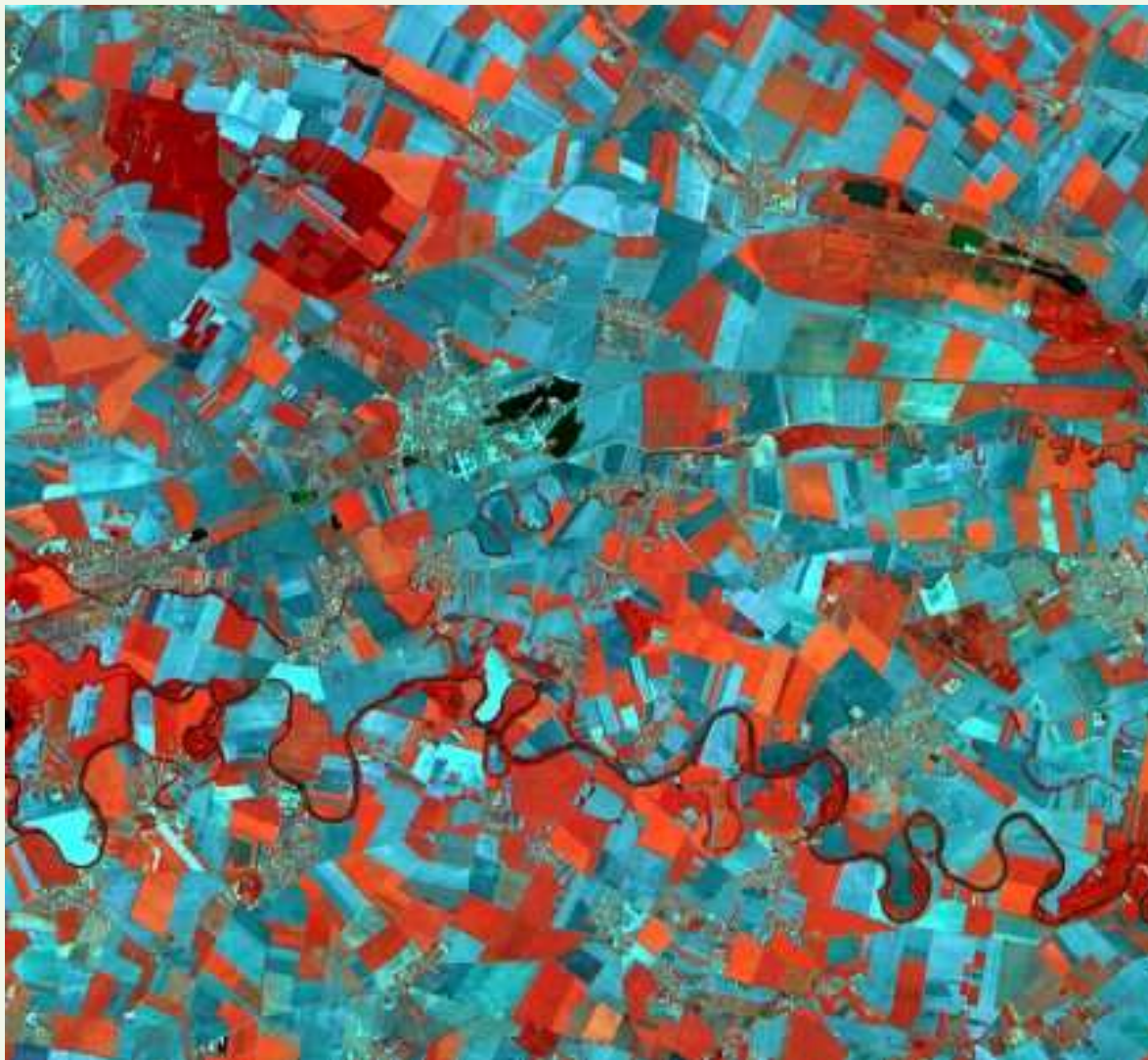


312



321

Farebné syntézy



december 2008

Snímače a nosiče DPZ

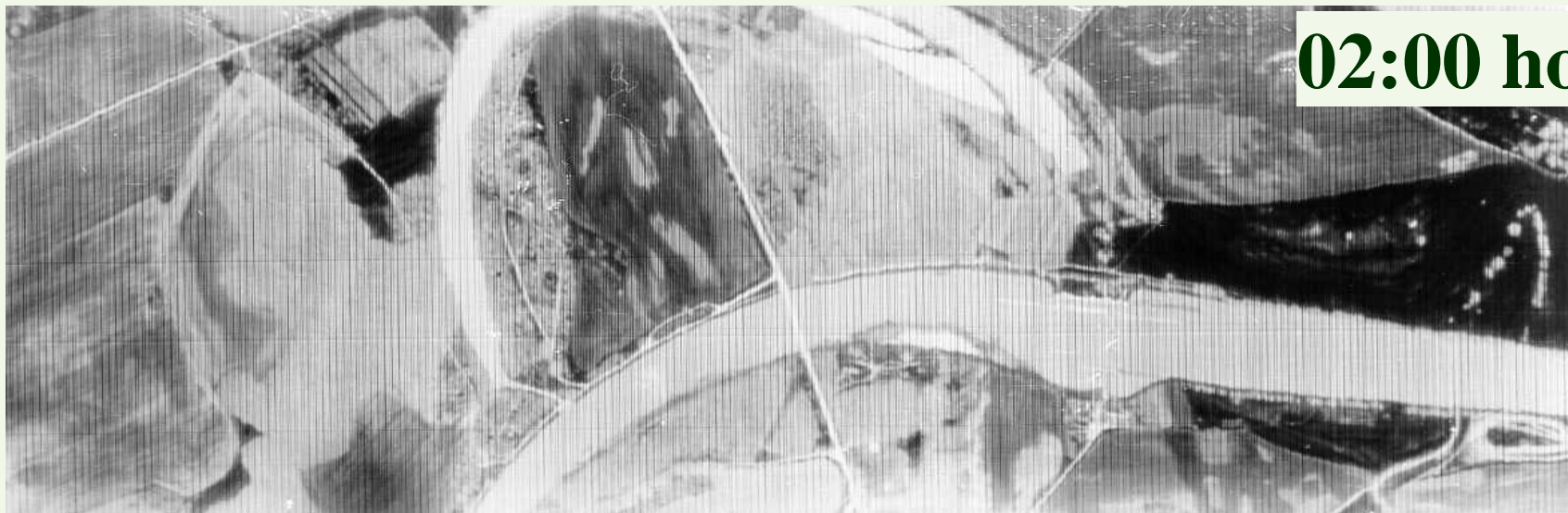
Tepelné záznamy

- všetky objekty (0°K) – IČ žiarenie
- záznam – IČ fotografia – do $1,2\ \mu\text{m}$
 - termovízny záznam – 3 až $20\ \mu\text{m}$
- tepelné žiarenie $1,2\ \mu\text{m}$ až $1,2\ \text{mm}$
- termálny detektor – chladený
- registrácia na film – geometrické skreslenie
- matúce farby
- teplejšie objekty – svetlejšie
- studenšie objekty – tmavšie
- odlišnosť deň a noc
- inverzia, oblaky, využitie

Tepelné záznamy – středný tok Labe



22:00 hod.



02:00 hod.

UF snímky

- spektrum 0,3 až 0,4 μm
- absorbcia – O_3 , náklon objektívom
- nízky kontrast
- len malé výšky
- geológia – karbonátové horniny

Videosystémy

- **pohyblivý obraz na farebnom filme**
- **viditeľné pásmo**
- **prezentačné účely**

Pasívne digitálne snímače DPZ

Skener

- **digitálny snímač**
- **optický snímač**
- **obraz po riadkoch**
- **širšie pásmo λ ako film**
- **výstup – signál elektrický, záznam na médium, spracovanie PC**
- **umiestnený na družici**

Princíp skenerov

- zorné pole odráža rotujúce zrkadlo
- riadkuje zemský povrch v pásoch (riadkoch)
- kolmé na smer letu
- rýchlosť riadkovania – nastavená
- susedné riadky – pomerne dobre nadväzujú
- výsledok – grafický obraz scény EMŽ
- v príslušnom pásme λ

Delenie podľa typu spektra

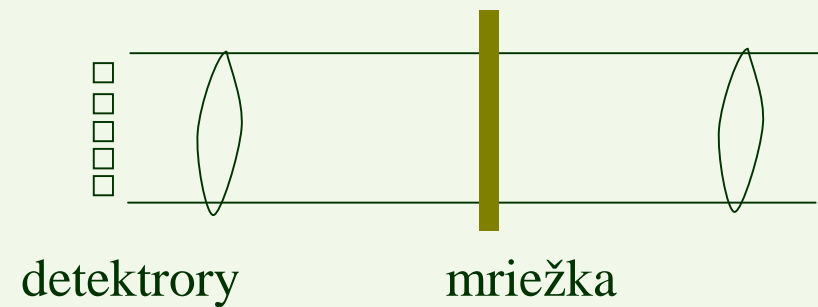
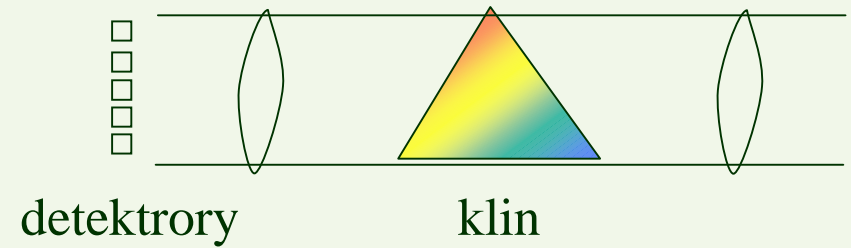
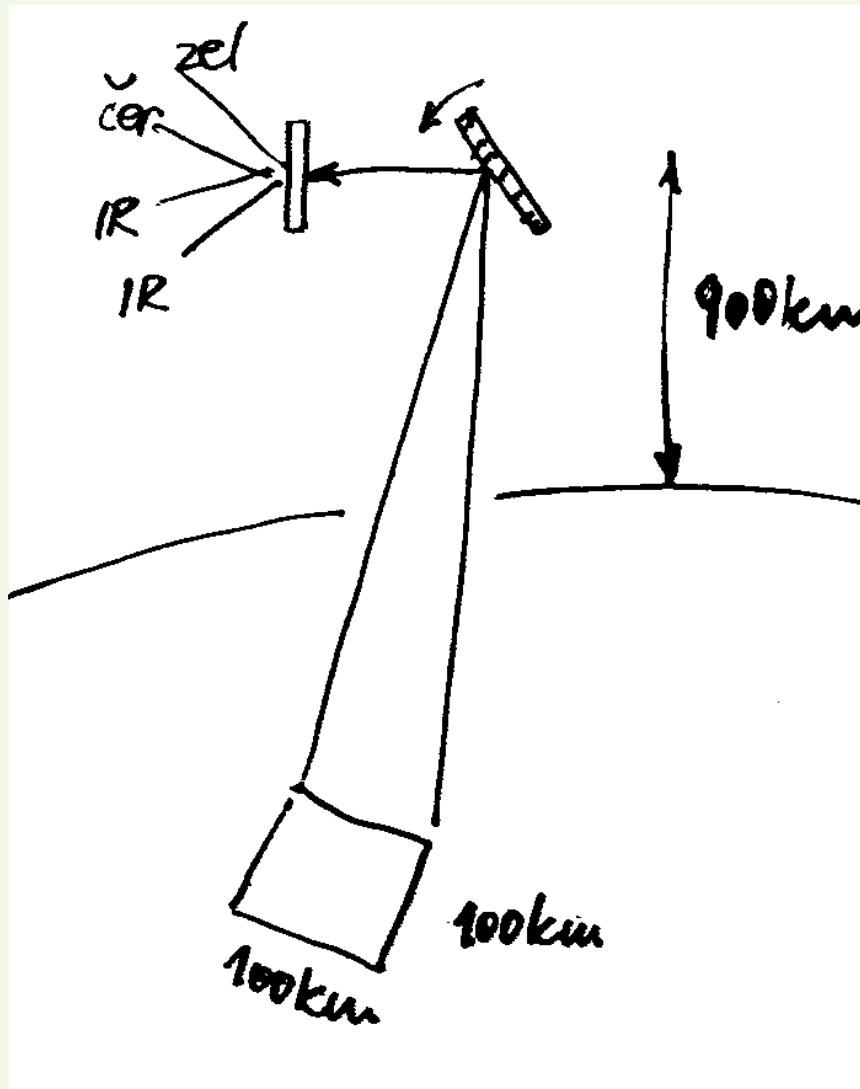
Monospektrálne skenery

- viditeľné spektrum alebo IČ
- špeciálne prípady

Multispektrálne skenery

- niekoľko diskretných spektrálnych pásiem
- hranol (klin), mriežka
- oddelené detektory – rovnaký prvok, rôzna λ

Multispektrálny skener

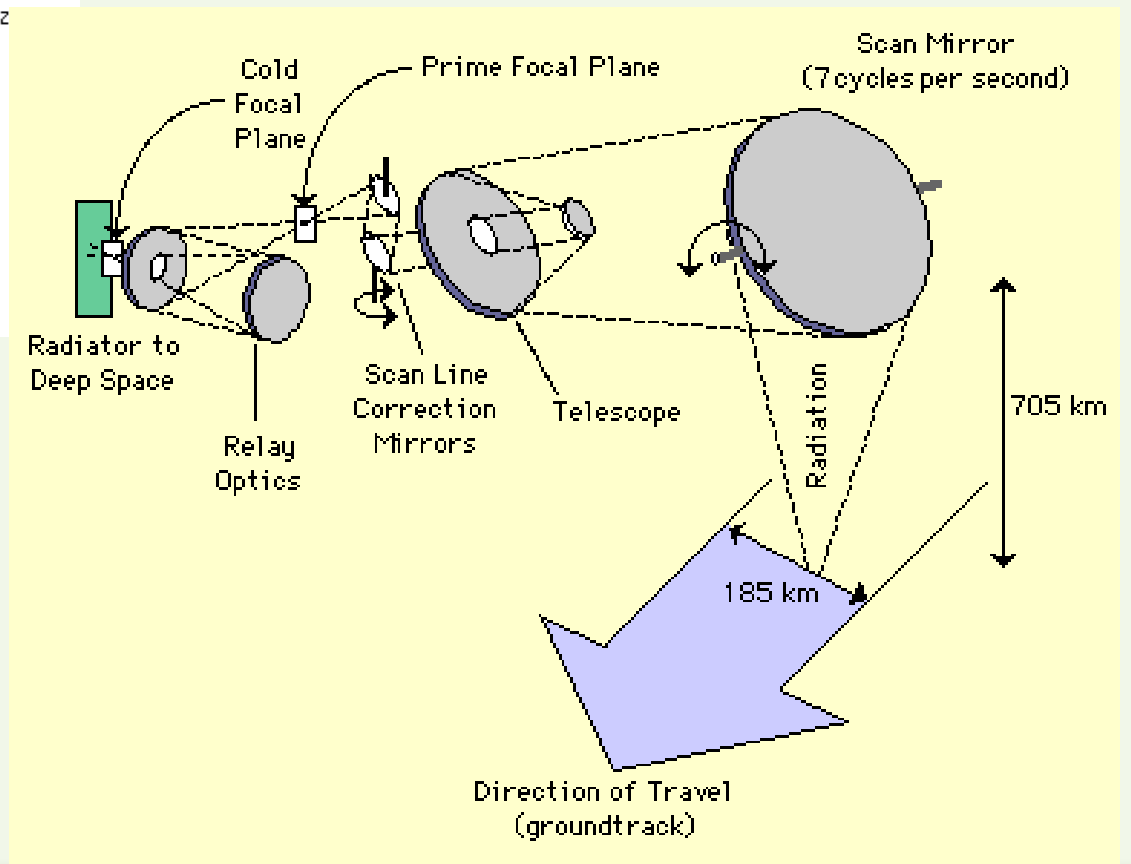
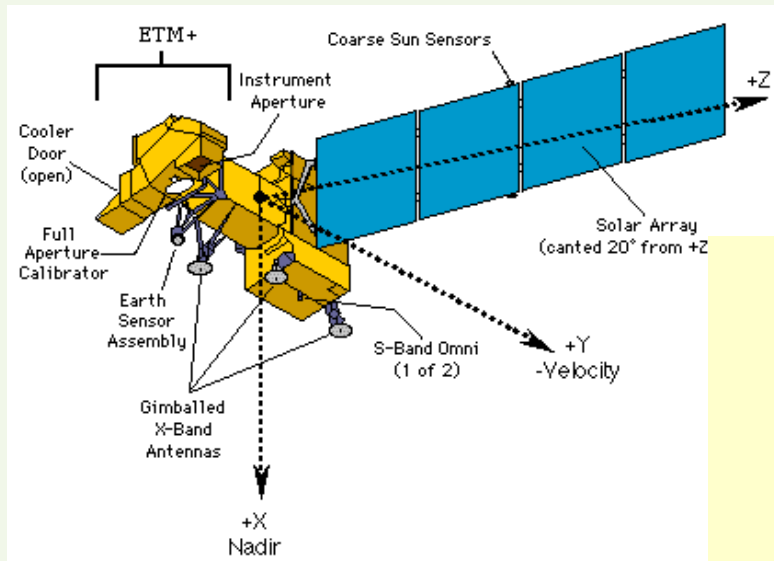


Skenovací systém (vznik riadku)

Snímanie riadku

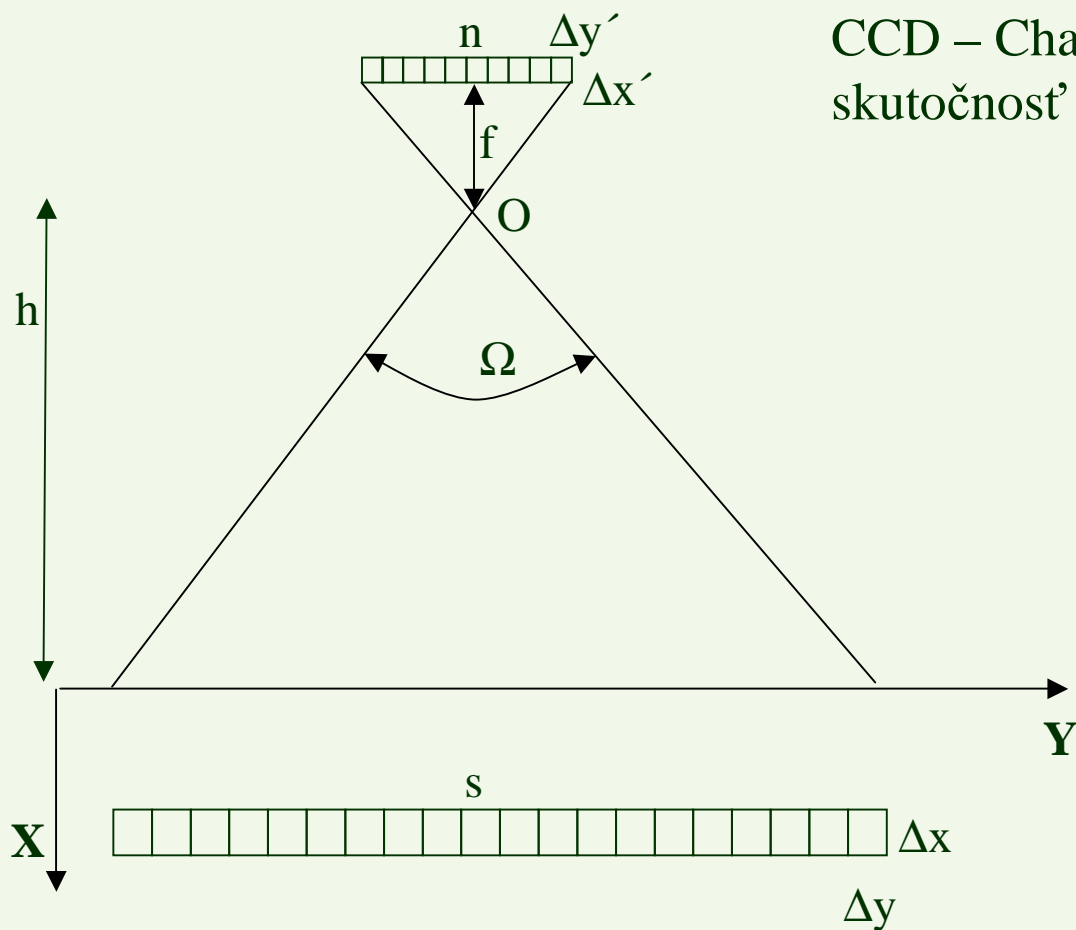
- **po častiach – opticko-mechanické skenery**
 - **Landsat (MSS, TM, ETM+)**
- **naraz - opticko-elektronické skenery**
 - **SPOT, IRS, IKONOS, QuickBird, Eros, OrbView, Chunghua, ...**

Geometria opticko-mechanického skenera



Landsat 7,
optický systém ETM+

Geometria opticko-elektronického skenera



CCD – Charge Coupled Device $\Delta x' = \Delta y'$
 skutočnosť $\Delta x = \Delta y$

$$\Delta y = \Delta y' \cdot \frac{h}{f} \approx \frac{s}{n}$$

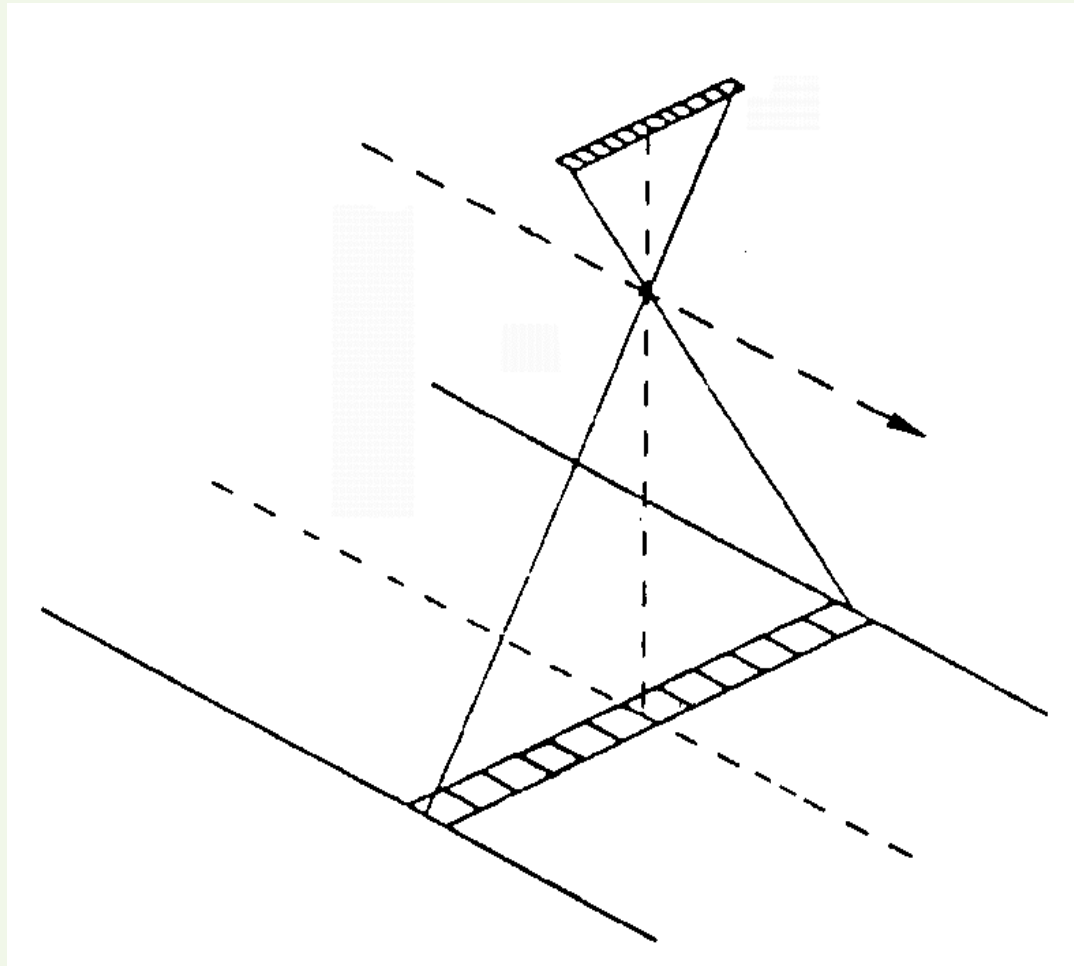
ms

$$\Delta x = \Delta t \cdot v$$

Podľa počtu riadkov

- **opticko – elektronické skenery**
- **jedno, troj-riadkové**
- **snímač CCD – počet pixlov 6000-12000**
- **riadok kolmý na smer letu**
- **celý riadok snímaný naraz**
- **objektív**

Jednoriadkový skener

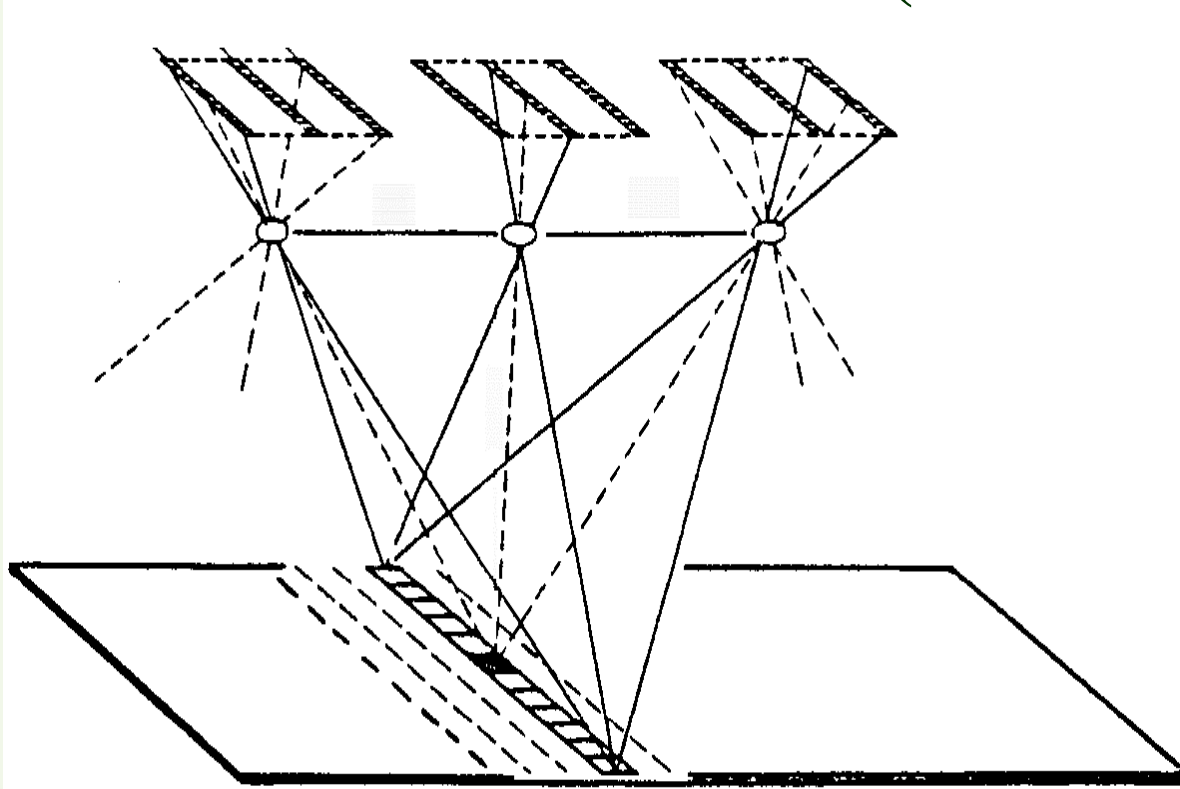


Trojriadkový skener

- **odrazené svetlo – záznam 3 priamok**
 - **vzadu, v strede, vpredu**
- **vznik – stereoskopického obrazu**
 - **prvý riadok – predný riadok obrazu**
 - **druh riadok – stredný riadok obrazu**
 - **tretí riadok – zadný riadok obrazu**
- **možnosť stereosnímania z jednej stopy orbity**
- **tvorba DTM**

Trojriadkový skener

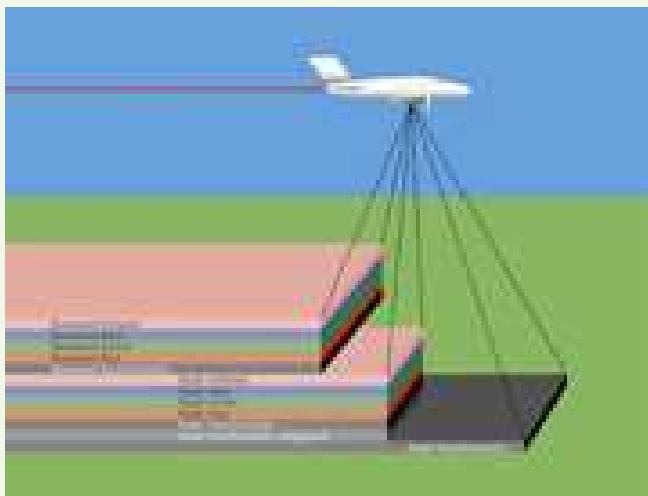
- skener MOMS-02D2 (1993- misia STS-55)
- skenery HRSC a WAOSS – Mars (1994)
- skener MOMS-02 Priroda (MIR od 1996)



Trojriadková kamera Leica ADS40



- 3 riadkový snímač
- 1 riadok - senzor CCD – B,G,R,IR
- letecká kamera



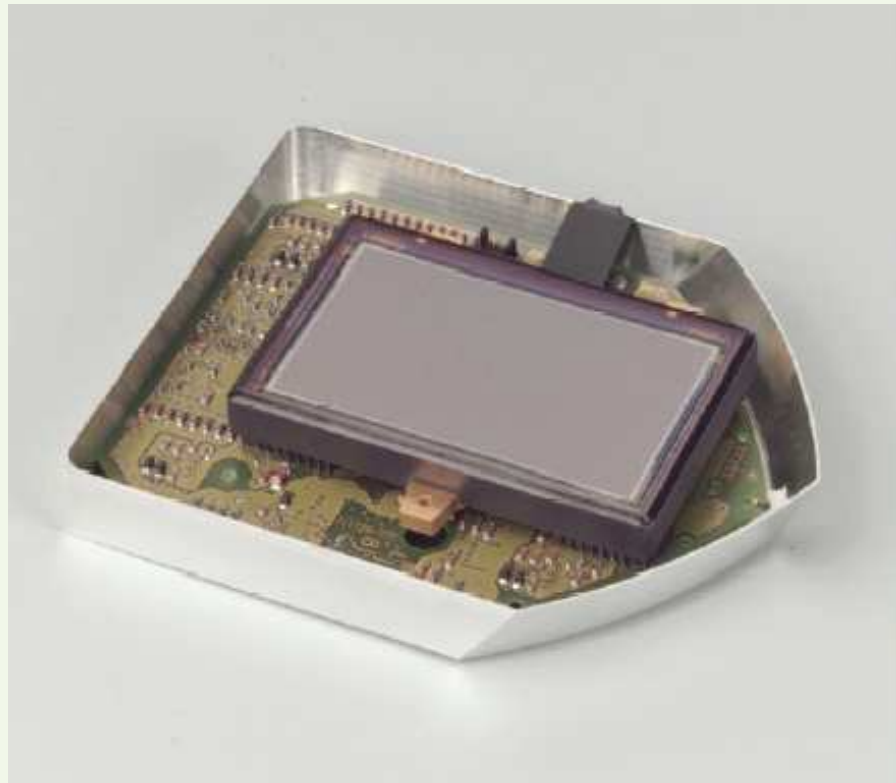
Plošná digitálna kamera

- **DMC - Z/I Imaging - Digital Camera System**
- **UltraCam XP – Microsoft Photogrammetry**
(bývalý Vexcel)



Plošný snímač digitálnej kamery

- snímač DMC 2001
- Philips s.r.o.
- 103,5 x 67,5 mm²
- 11500 x 7500 pixelov
- 86,25 Mpix



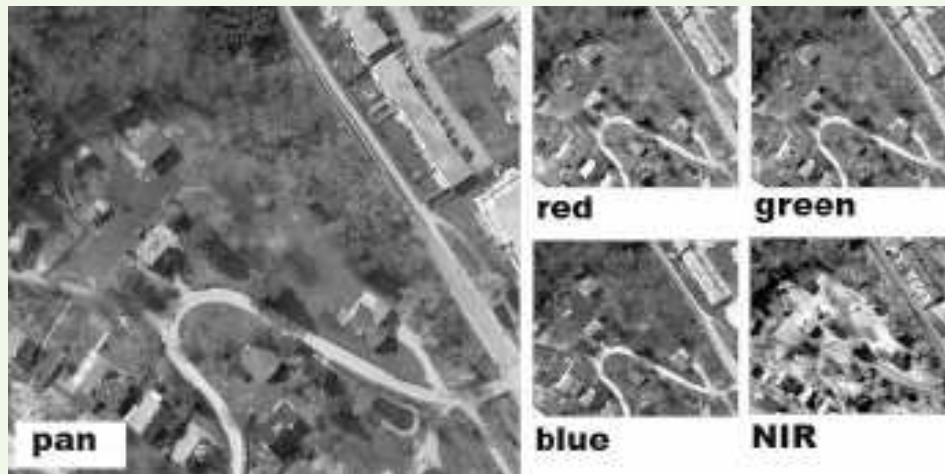
Malé kamery v digitálnej kamere

- problém veľkosť plošného snímača
- niekoľko spojených pachromatických kamier
- a kamery pre snímanie v B, G, R a IR



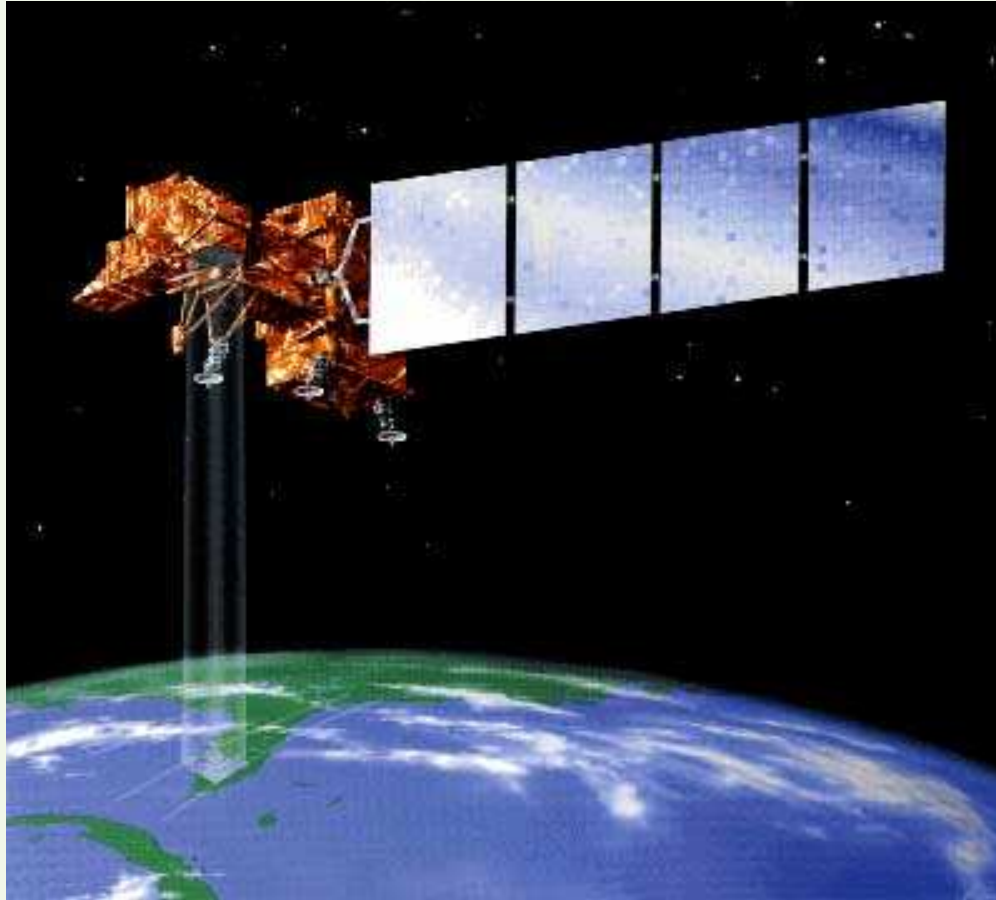
Vznik obrazu v plošnej digitálnej kamere

- **PAN obraz - spojením PAN obrazov z malých kamier**
- **farebný obraz – PAN obraz ofarbený podľa RGB**
- **možnosť vzniku farebných syntéz**



Satelite DPZ

Landsat, SPOT,..



december 2008

Prehľad DPZ, snímače DPZ

Landsat

- americké družice
- program EROS
- výskum prírodných zdrojov – družica DPZ
- prvá družica DPZ
- subpolárna dráha (80° až 100°)



Chronológia družíc Landsat

I. generácia

ERTS 1 (Landsat 1)	23.7.1972 - 6.1.1978
Landsat 2	22.1.1975 - 25.2.1982
Landsat 3	5.3.1982 - 31.3.1983

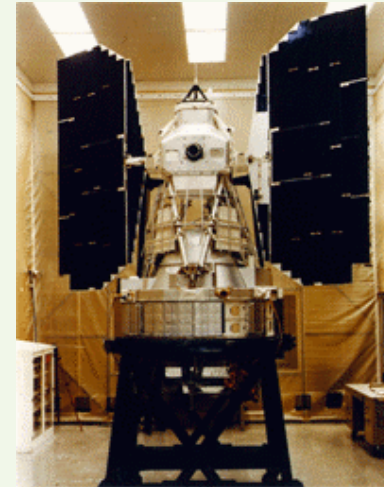
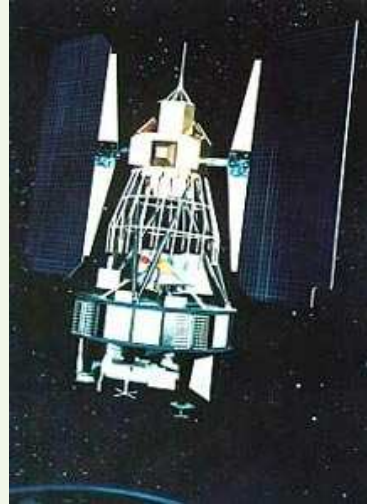
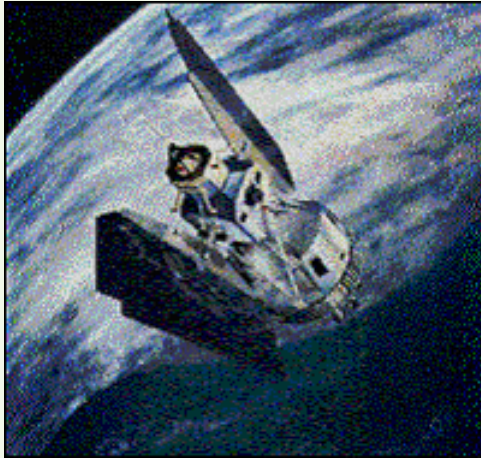
II. generácia

Landsat 4	16.7.1982 - 1/1986
Landsat 5	1.3.1984 -

III. generácia

Landsat 6	5.10.1993
Landsat 7	15.4.1999 -

Landsat 1,2,3



- snímanie 81° s.g.š.- 81° j.g.š. (18 dní)
- prelet rovníkom 9:30 miestneho času
- $h = 917$ km, šírka územia 185 km
- sklon dráhy 99° , slnečne synchrónna
- obežná doba 103 min.
- snímač RBV a MSS

Snímač RBV

- **Return Beam Vidicon (RBV)**
- **televízny systém – 3 kamery RS=80 m
(Landsat 3 – 2 kamery)**
- **1.kanáľ 475-575 nm**
- **2.kanáľ 580-680 nm**
- **3.kanáľ 690-830 nm**
- **RS RBV Landsat 1,2,3 - 80 m**

Snímač MSS

- **Multispectral Scanner (MSS)**
 - **opticko-mechanický skener**
 - **4 kanály**
 - **4. kanál 0.5 to 0.6 μm (G)**
 - **5. kanál 0.6 to 0.7 μm (R)**
 - **6. kanál 0.7 to 0.8 μm (NIR)**
 - **7. kanál 0.8 to 1.1 μm (NIR)**
- Landsat 3 aj**
- **8. kanál 10.4 to 12.6 μm (termal)**
 - **RS MSS Landsat 1,2,3 - 57 x 79 m**

Landsat 4, 5



- snímanie 81° s.g.š.- 81° j.g.š. (16 dní)
- prelet rovníkom 9:45 miestneho času
- $h = 705$ km, opakovanie merania 16 dní
- sklon dráhy 98° , slnečne synchrónna
- obežná doba 99 min., šírka územia 185 km
- snímač MSS a TM

Snímač MSS

- **Multispectral Scanner (MSS)**
 - **opticko-mechanický skener**
 - **4 kanály**
 - **4. kanál 0.5 to 0.6 μm (G)**
 - **5. kanál 0.6 to 0.7 μm (R)**
 - **6. kanál 0.7 to 0.8 μm (NIR)**
 - **7. kanál 0.8 to 1.1 μm (NIR)**
- RS MSS Landsat 4,5 - 57 x 79 m**

Snímač TM

- **Thematic Mapper (TM)**
- **opticko-mechanický skener**
- **7 kanálov**
- **1. kanál 0.45 to 0.52 μm 30 m**
- **2. kanál 0.52 to 0.60 μm 30 m**
- **3. kanál 0.63 to 0.69 μm 30 m**
- **4. kanál 0.76 to 0.90 μm (NIR) 30 m**
- **5. kanál 1.55 to 1.75 μm (NIR) 30 m**
- **6. kanál 10.4 to 12.5 μm (thermal) 120 m**
- **7. kanál 2.08 to 2.35 μm (MIR) 30 m**
- **RS TM 30 x 30 m – 120 m (TM6)**

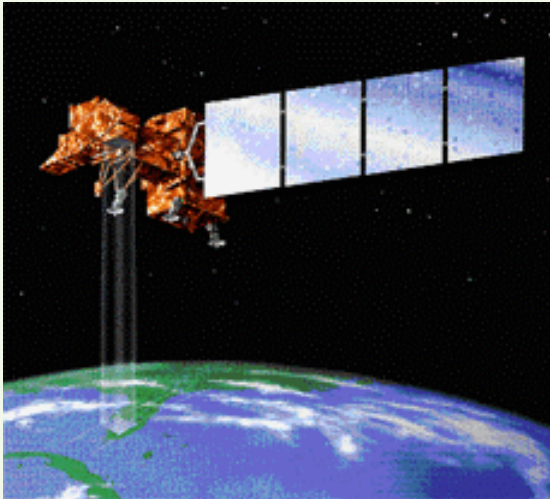
Landsat 6

- prelet rovníkom 10:00 miestneho času
- $h = 705$ km, opakovanie merania 16 dní
- sklon dráhy 98° , slnečne synchrónna
- snímač ETM
- šírka scény 185 km

Snímač ETM

- **Enhanced Thematic Mapper (ETM)**
- **opticko-mechanický skener**
- **7 kanály**
- **1. kanál 0.45 to 0.52 μm 30 m**
- **2. kanál 0.52 to 0.60 μm 30 m**
- **3. kanál 0.63 to 0.69 μm 30 m**
- **4. kanál 0.76 to 0.90 μm (NIR) 30 m**
- **5. kanál 1.55 to 1.75 μm (NIR) 30 m**
- **6. kanál 10.4 to 12.5 μm (thermal) 120 m**
- **7. kanál 2.08 to 2.35 μm (MIR) 30 m**
- **RS 30 x 30 m – 120 m (ETM6)**

Landsat 7



- prelet rovníkom 10.00 a.m.
- $h = 705$ km, opakovanie merania 16 dní
- sklon dráhy 98° , slnečne synchrónna
- snímač ETM+
- šírka scény 185 km

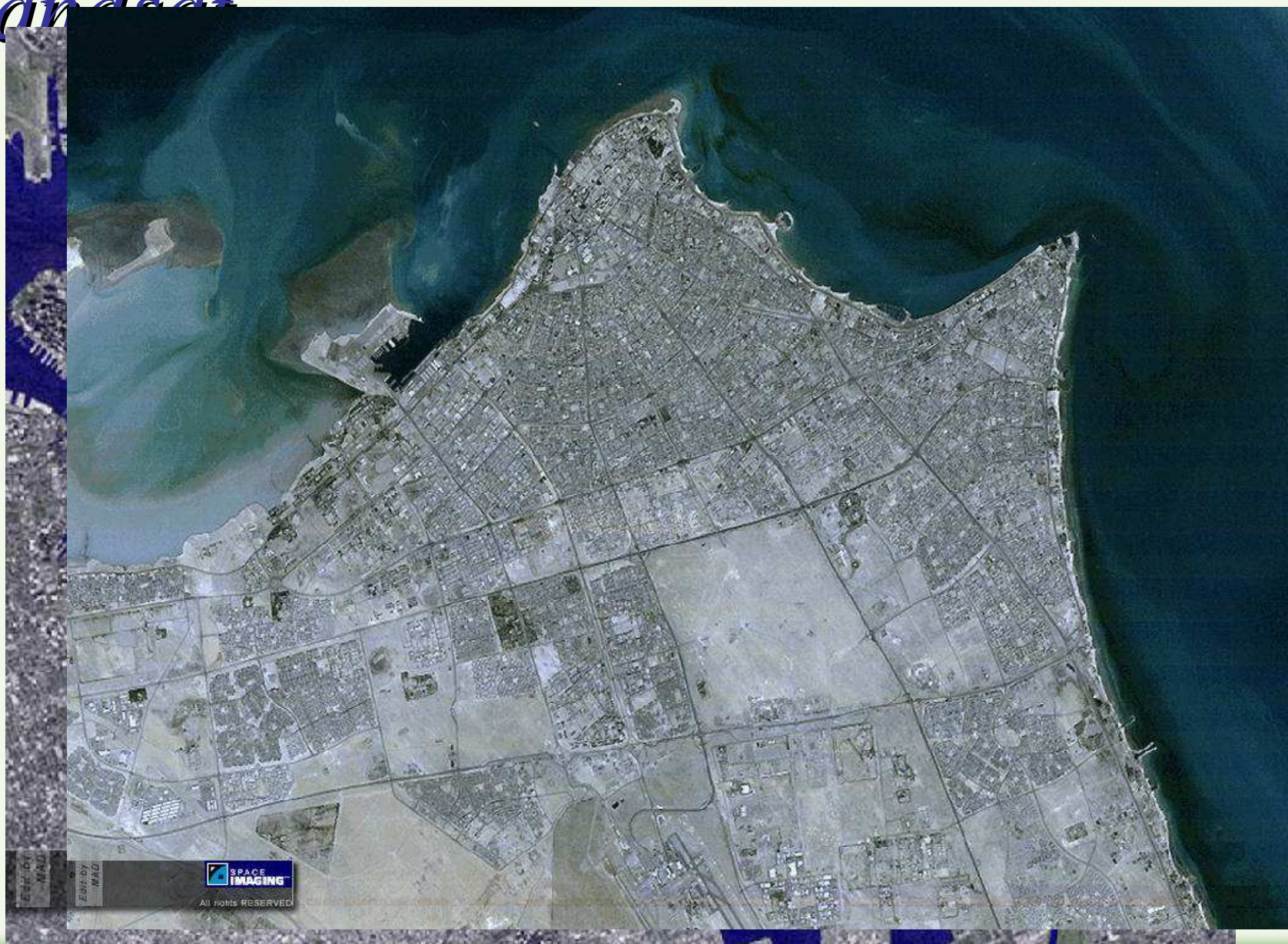
Snímač ETM+

- **Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)**
- **opticko-mechanický skener, 8 kanálov**
- **1. kanál 0.45 to 0.52 μm 30 m**
- **2. kanál 0.52 to 0.60 μm 30 m**
- **3. kanál 0.63 to 0.69 μm 30 m**
- **4. kanál 0.76 to 0.90 μm (NIR) 30 m**
- **5. kanál 1.55 to 1.75 μm (NIR) 30 m**
- **6. kanál 10.4 to 12.5 μm (thermal) 60 m**
- **7. kanál 2.08 to 2.35 μm (MIR) 30 m**
- **PAN 0.52 to 0.90 μm 15 m**

Využitie pásiem Landsat

- TM1 - mapovanie pobrežných vôd, odlíšenie pôdy od vegetácie, listnatých a ihličnatých lesov, LAND USE
- TM2 - rozlíšenie zdravej a poškodenej vegetácie
- TM3 - druhy vegetácie
- TM4 - hranice vodných plôch, biomasa
- TM5 - odlíšenie oblakov od snehu, vlhkosť vegetácie, vlhkosť pôdy
- TM7 - hydrotermálne mapovanie, rozlíšenie nerastov, geologické mapovanie
- TM6 - termálne mapovanie, tepelný stav vegetácie, geotermálne informácie

Landcat



december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Fotogaléria Landsat

<http://landsat.usgs.gov/>



december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

SPOT



december 2008

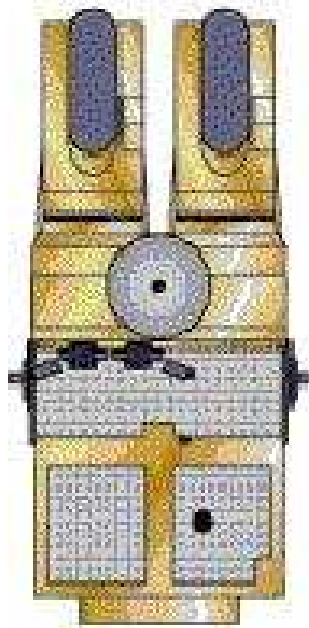
Prehľad DPZ, snímáče DPZ

SPOT

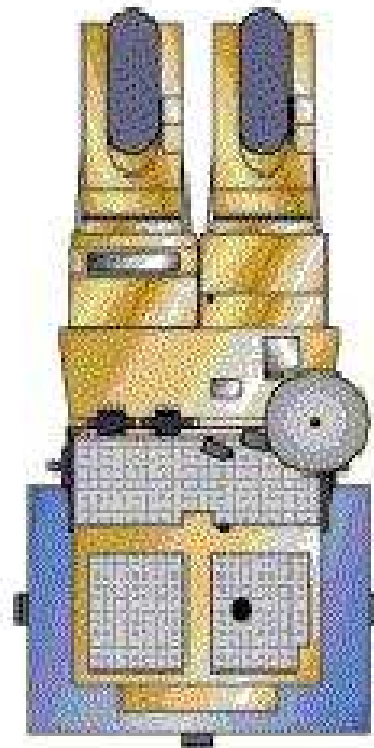
- francúzska družica
- monitorovanie Európy
- spoločnosť SPOT IMAGE, TOULOUSE

- I.generácia - SPOT 1 (21.2.1986)
 - » SPOT 2 (21.1.1990) - aktívna
 - » SPOT 3 (25.9.1993)
- II.generácia - SPOT 4 (23.3.1998) - aktívna
- III.generácia - SPOT 5 (4.5.2002) - aktívna

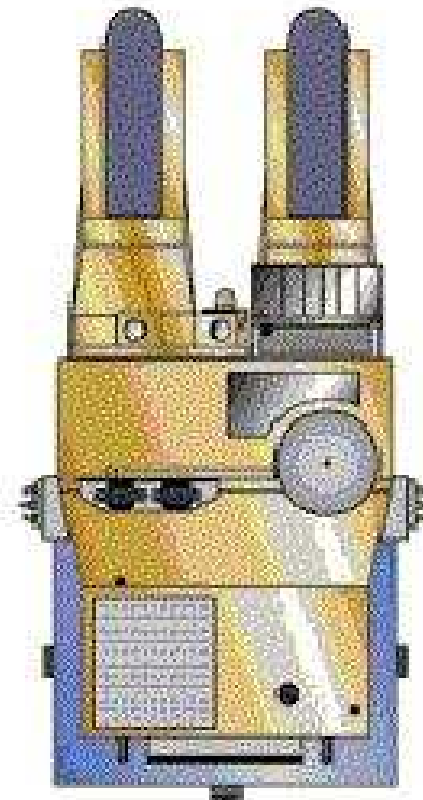
SPOT 1 až 5



Spot 1, 2, 3



Spot 4



Spot 5

SPOT 1,2,3

- výške letu 832 km
- snímanie 87°s.g.š až 87°j.g.š.
- inklinácia 98,7°
- frekvencia snímania 26 dní (369 obletov)
- prechod rovníkom 10:39 miestneho času

- *opticko-elektronický skener*
- 2 polia po 6000 CCD
- 8 bitová informácia

SPOT 1,2,3

- HRV (High Resolution Visible) - 2 x 6000 CCD
- skener HRV/PADPCM - SPOT PAN (Panchromatic)
- skener HRV/MLA - SPOT XS (Multispektral)

- PAN 0,51-0,73 μm 10 x 10 m

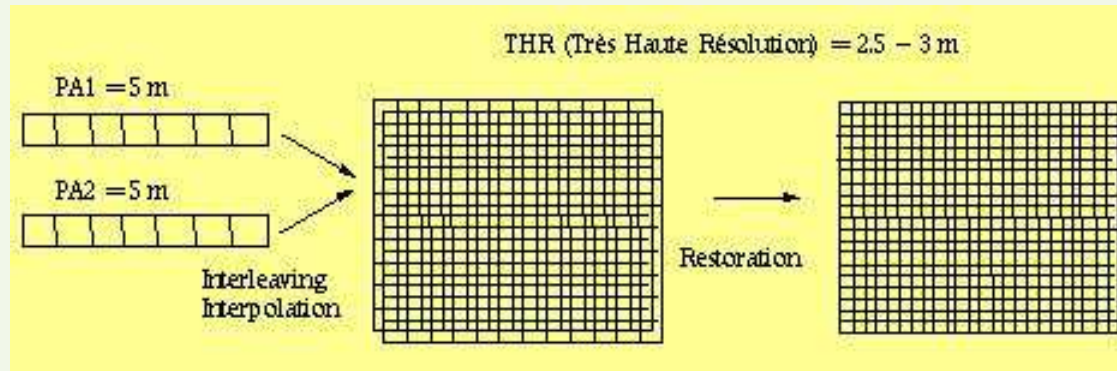
- XS1 0,50-0,59 μm (G) 20 x 20 m
- XS2 0,61-0,68 μm (R) 20 x 20 m
- XS3 0,79-0,89 μm (NIR) 20 x 20 m

SPOT 4

- skener HRVIR (High Resolution Visible and Infra Red)
doplnený o 1,58-1,75 μm
- PAN 0,51-0,73 μm 10 x 10 m
- XS1 0,50-0,59 μm (G) 20 x 20 m
- XS2 0,61-0,68 μm (R) 20 x 20 m
- XS3 0,79-0,89 μm (NIR) 20 x 20 m
- XS4 1,58-1,75 μm (MIR) 20 x 20 m

SPOT 5

- 2 skenery HRG (High Resolution Geometric)
- umiestnené vedľa seba



- PAN 0,51-0,73 μm 5 x 5 m resp. 2,5 x 2,5 m
- XS1 0,50-0,59 μm (G) 10 x 10 m
- XS2 0,61-0,68 μm (R) 10 x 10 m
- XS3 0,79-0,89 μm (NIR) 10 x 10 m
- XS4 1,58-1,75 μm (MIR) 20 x 20 m

Multispektrálna scéna SPOT



XS1

XS2

XS3

december 2008

Prehľad DPZ, snímače DPZ

Fotogaléria SPOT

<http://www.spotimage.fr>



december 2008

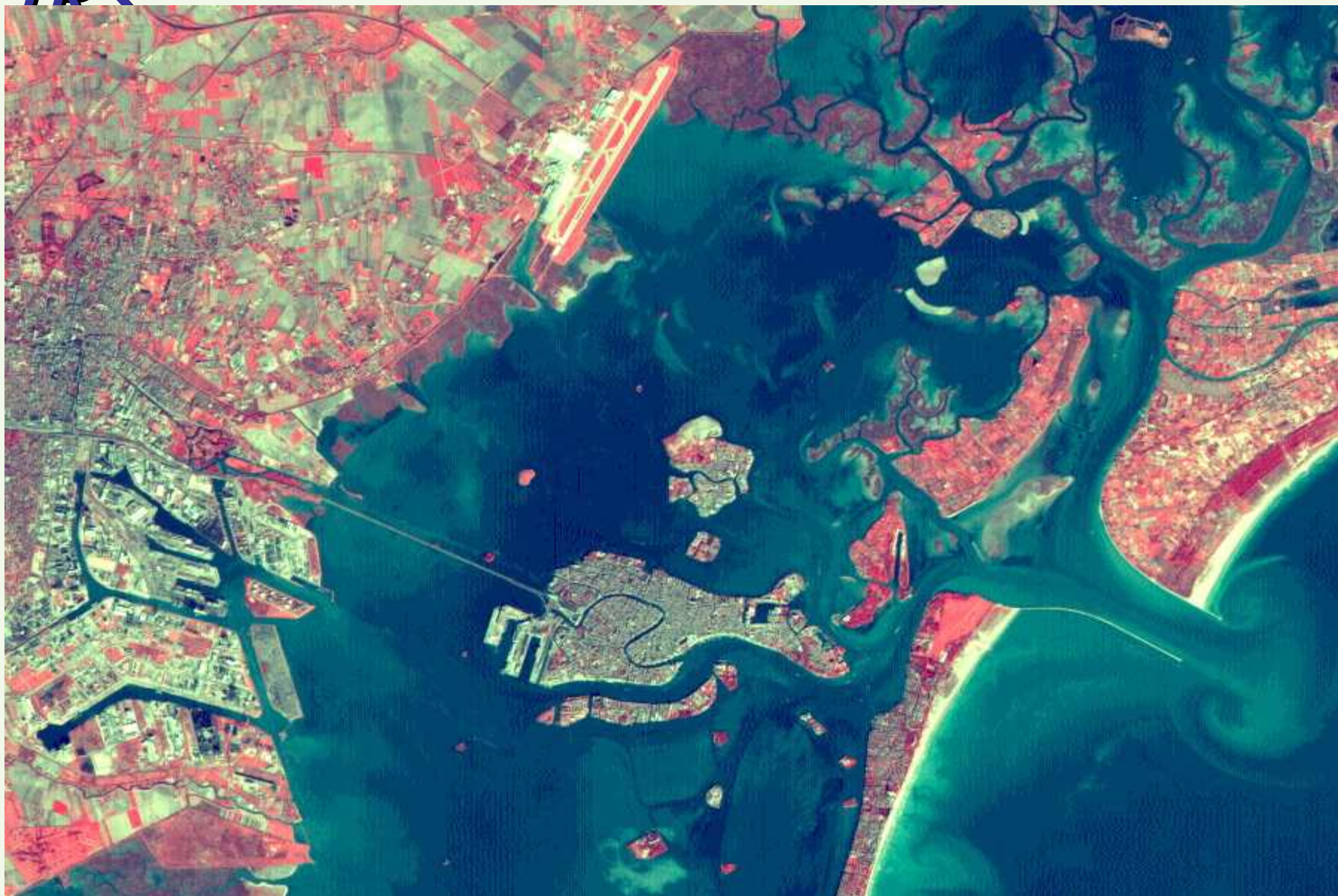
Prehľad DPZ, snímачe DPZ

IRS



- Indian Remote Sensing, Bangalore (IND)
- IRS-1C (28.12.1995), IRS-1D (29.9.1997)
- senzor PAN 0,50-0,75 μm 5,8 m
- senzor MS 0,52-0,59 μm 23 m
 - » 0,62-0,68 μm 23 m
 - » 0,77-0,86 μm 23 m
 - » 1,55-1,70 μm 70 m
- IRS-P6 (17.10.2003)
- 0,52-0,59 μm , 0,62-0,68 μm , 0,77-0,86 μm 5,8 m

IRSC



december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Fotogaléria IRS

<http://www.isro.org/>



december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

IKONOS

- spoločnosť Space Imaging (USA)
- 24.9.1999
- výška letu 680 km
- šírka územia 11 km
- prechod rovníkom 10:30
- PAN 0,45-0,90 μm
- MS 0,45-0,52 μm (B)
 - 0,52-0,60 μm (G)
 - 0,63-0,70 μm (R)
 - 0,76-0,85 μm (NIR)



1 m

4 m

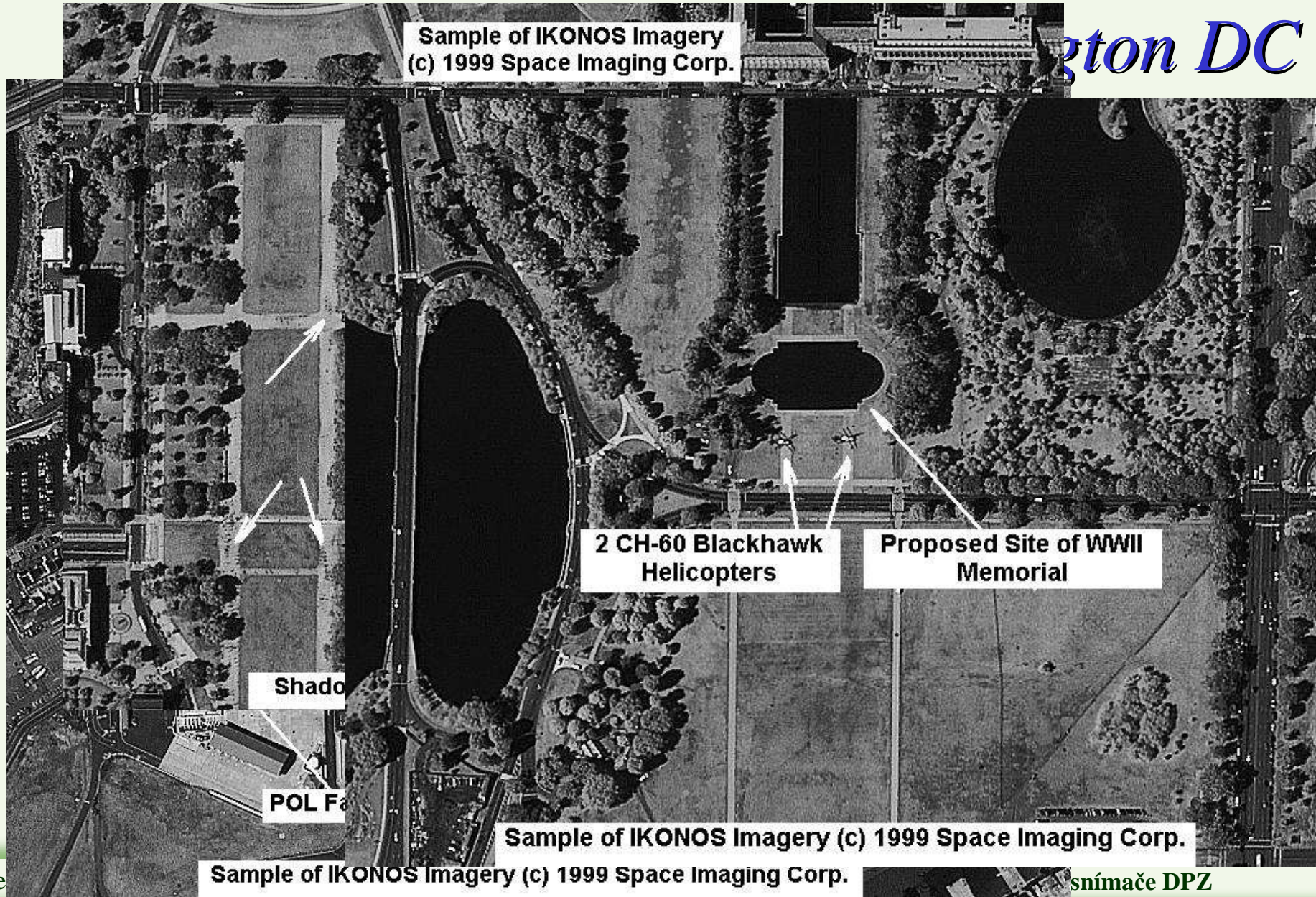
4 m

4 m

4 m

Senzácia IKONOS

- 30.9.1999 - Washington DC - 1 obraz DPZ s RS 1 m
- 10.4.2001 - Lingshui military airfield, Tchajwan
- 12.9.2001 - WTC New York
- 1.2.2003 - STS Columbia (Texas, USA)
- 5.10.2003, 12.10.2003 - Jiuquan Space Center, China
- Bagdad, Madrid,
- LOH 2000, ZOH 2002, LOH 2004,



Sample of IKONOS Imagery
(c) 1999 Space Imaging Corp.

2 CH-60 Blackhawk
Helicopters

Proposed Site of WWII
Memorial

Shado

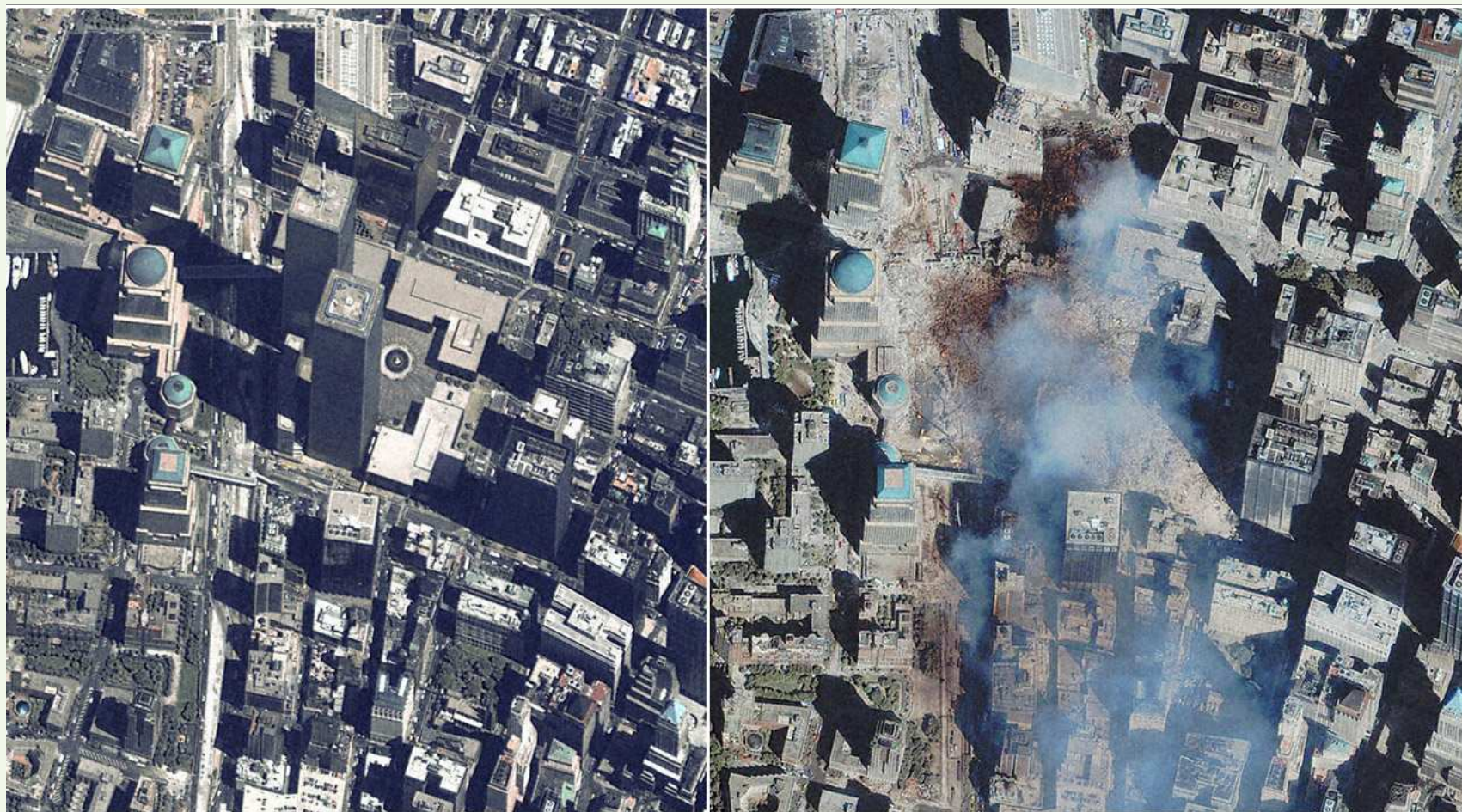
POL Fa

Sample of IKONOS Imagery (c) 1999 Space Imaging Corp.

Sample of IKONOS Imagery (c) 1999 Space Imaging Corp.

snímače DPZ

IKONOS - 12.9.2001 - WTC New York



december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

IKONOS – OH 2000, 2002, 2004,...



december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

Fotogaléria IKONOS

<http://www.geoeye.com/>



december 2008

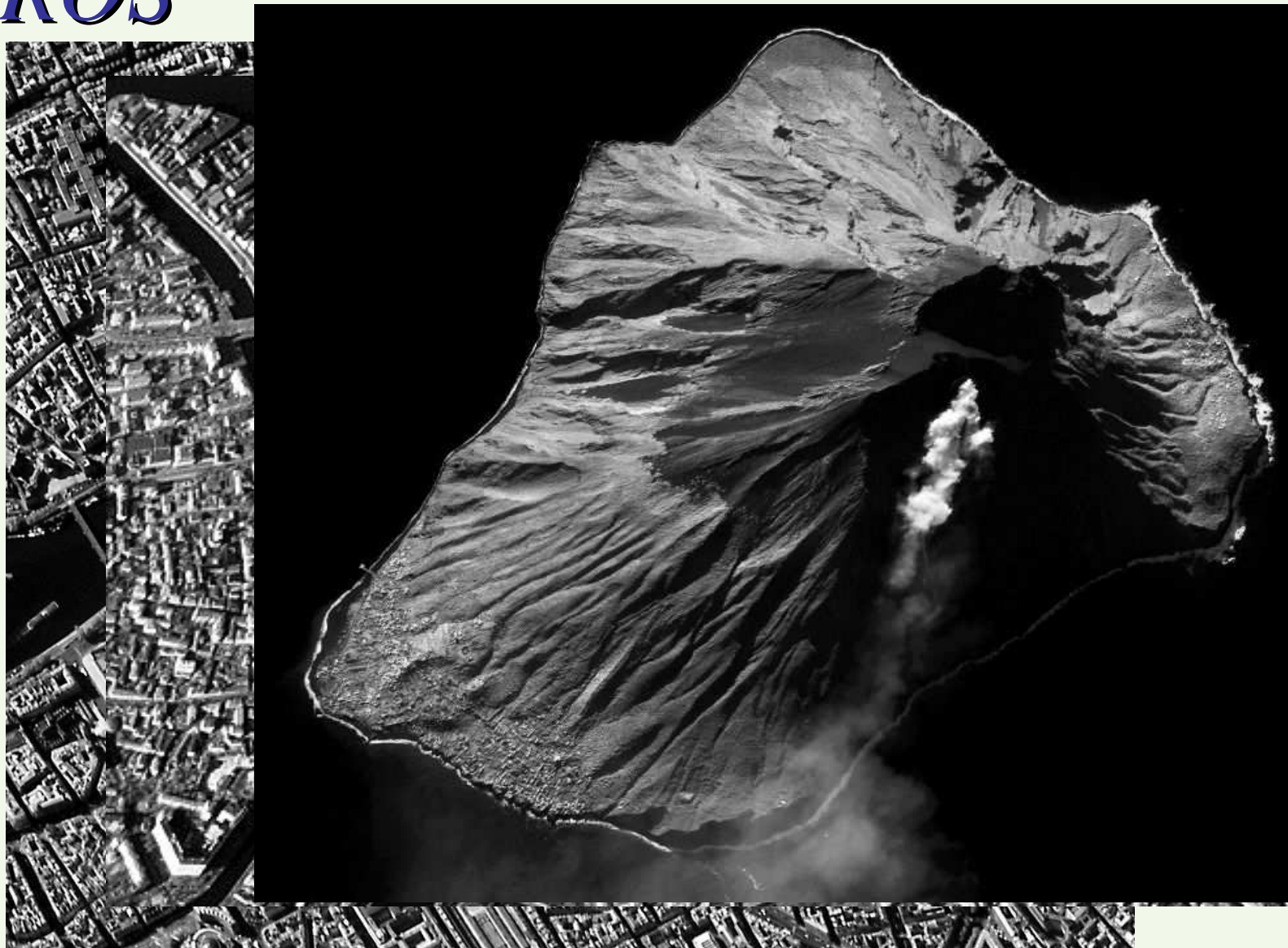
Prehľad DPZ, snímače DPZ

EROS



- 5.12.2000
- spoločnosť ImageSat International N.V., Curacao, Hol. Antily
- Israel Aircraft Industries Ltd.
- kamera NA30 - len PAN 0,45 - 0,90 μm 0,82-1,8 m
- izraelské ministerstvo obrany
- výhradné právo na snímky v okruhu 2000 km od Izraelu
- EROS A (5.12.2000), EROS B (25.4.2006)

EROS



december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Fotogaléria EROS

<http://www.imagesatintl.com/>

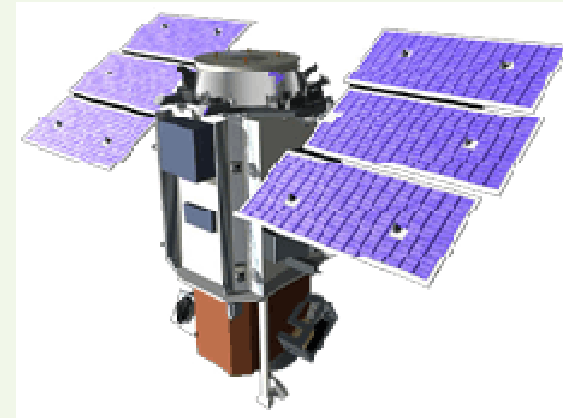
The screenshot displays the ImageSat International website. The header features the company logo and the text "Owners and Operators of the EROS Family of High-resolution Imaging Satellites". A navigation menu includes "Image Gallery", "Applications", and "Order Imagery". A sidebar on the left lists various site sections such as "Home", "About ImageSat", "EROS Satellites", "Image Gallery", "Services", "Products", "Customer Support", "Order Imagery", "News & Media", and "Contact Us". The main content area is titled "EROS B: Products and services now available" and contains the text: "EROS B satellite is operational. [Products and services](#) from the new satellite are now available. ([Learn more](#) about EROS B launch). [Click here](#) to see the launch." Below this text is a satellite image of Mount Stromboli, Italy, with a small inset showing a zoomed-in view. To the right, under the heading "Attractive programs", there is a detailed description of the Satellite Operating Partner (SOP) Program and Exclusive Pass on Demand (EPOD) program, explaining how they provide high-resolution imaging capabilities and autonomous satellite operation.

december 2008

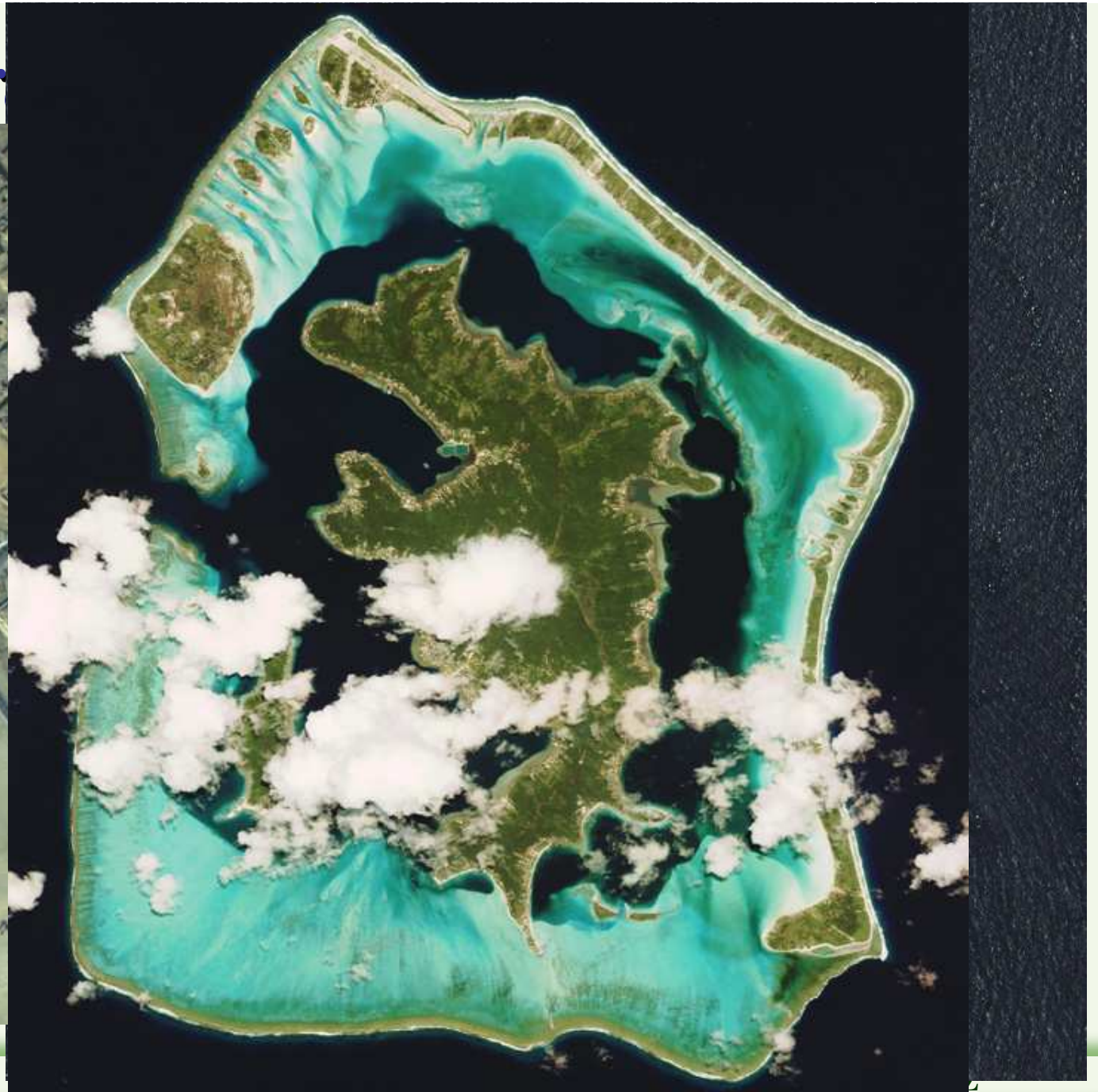
Prehľad DPZ, snímачe DPZ

QuickBird 2

- 18.10.2001
- Digital Globe, Longmont (USA)
- výška letu 450 km
- prechod rovníkom 10:30
- orbita $98,2^\circ$, obch 93,5'
- kamera Ball High Resolution Camera (BHRC 60)
- PAN 0,45-0,90 μm 0,61 m
- MS 0,45-0,52 μm (B) 2,5 m
 - 0,52-0,60 μm (G) 2,5 m
 - 0,63-0,69 μm (R) 2,5 m
 - 0,76-0,90 μm (NIR) 2,5 m



QuickBird



december 2008

Fotogaléria QuickBird

<http://www.digitalglobe.com/>



december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

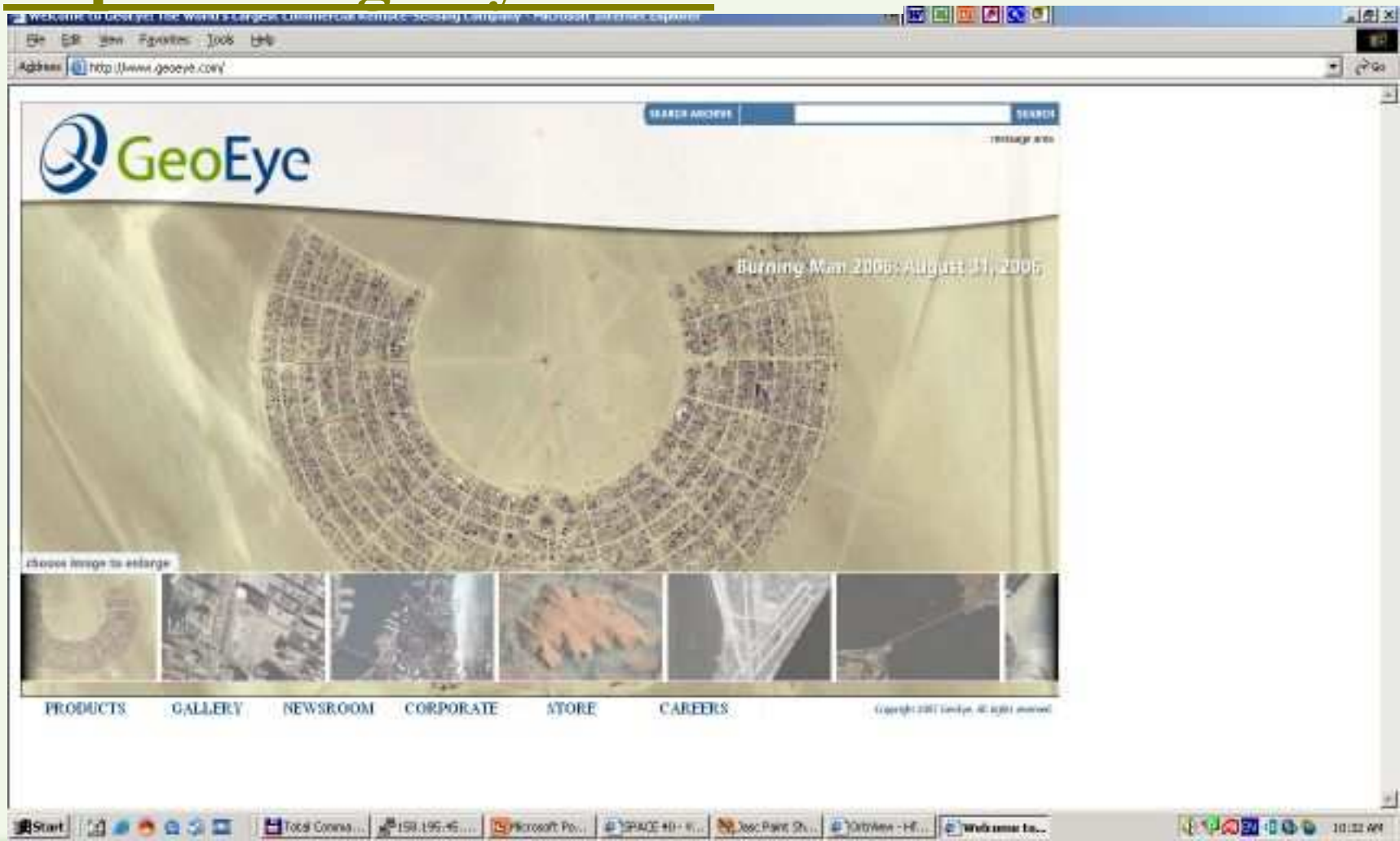
OrbView 3

- 26.6.2003
- Orbital Imaging Corp., Dulles, VA (USA)
- výška letu 470 km
- prechod rovníkom 10:30 miestneho času
- kamera OrbView High Resolution Imaging System (OHRIS)
- PAN 0,45-0,90 μm 1 m
- MS 0,45-0,52 μm (B) 4 m
 - 0,52-0,60 μm (G) 4 m
 - 0,63-0,70 μm (R) 4 m
 - 0,76-0,90 μm (NIR) 4 m



Fotogaléria Orb View

<http://www.geoeye.com/>

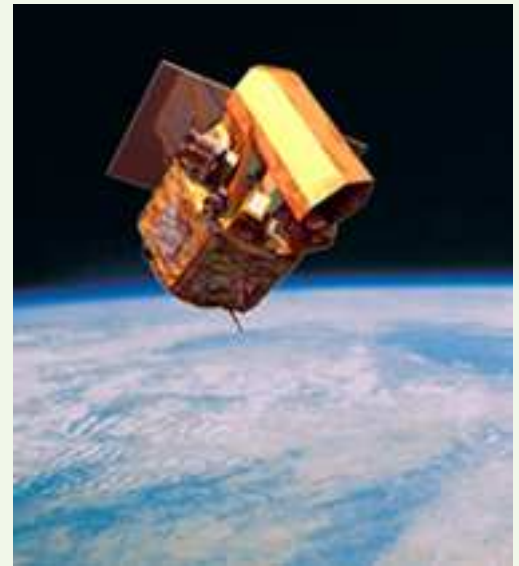


december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

Chunghua 2

- 20.5.2004
- spoločnosť National Space Program Office, Hsin-Chu, Tchajwan
- výška letu 891 km
- PAN 0,45-0,90 μm 2 m
- MS 0,45-0,52 μm (B) 8 m
 - 0,52-0,60 μm (G) 8 m
 - 0,63-0,69 μm (R) 8 m
 - 0,76-0,90 μm (NIR) 8 m



Fotogaléria Chunghua

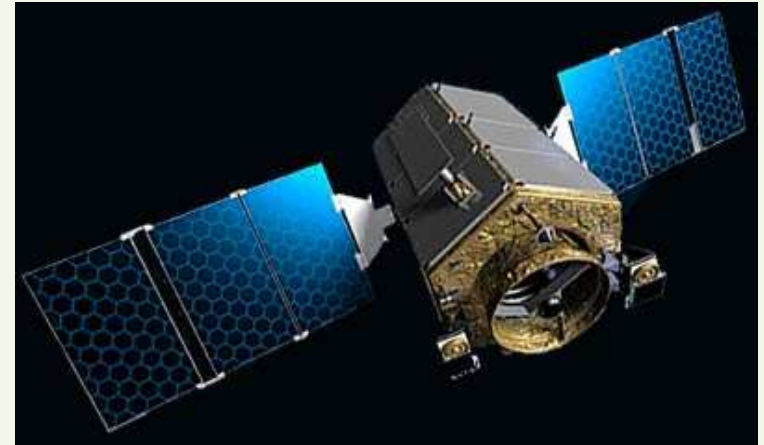
<http://www.nspo.org.tw/>



december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

KOMPSAT 2



- 28.7.2006
- KOMPSAT = Korea Multi-Purpose Satellite
- spoločnosť Korea Aerospace Research Institute, Taejon
- výška letu 685 km
- PAN 0, 50-0,90 μm 1 m
- MS 0,45-0,52 μm (B) 4 m
 - 0,52-0,60 μm (G) 4 m
 - 0,63-0,69 μm (R) 4 m
 - 0,76-0,90 μm (NIR) 4 m

Fotogaléria KOMPSAT

<https://www.kari.re.kr/>

The screenshot displays the KARI (Korea Aerospace Research Institute) website. The main navigation menu includes 'Introduction', 'R&D', 'Programs', 'Bulletin Board', and 'Contact Information'. The 'R&D' section is highlighted, featuring a process flow diagram: 'Introduction' -> 'Quality' -> 'Space Launch Vehicle' -> 'Quality Certification'. Below this, there are sections for 'BULLETIN BOARD' and 'Awards/Activities'. The 'BULLETIN BOARD' section lists 'Compact Payload Test Range (CPTF)' with a sub-table:

Item	Date
Wind Tower Test Facility	2007-01-31
Development of Image	2007-01-25

The 'Awards/Activities' section lists several programs, including 'Small UAV Development Program', 'Remote Sensing Technology Enhancement Program', and 'CNSAT-1R R&D Program'. The 'Space' section lists programs like 'Algorithmic Satellite Development Program' and 'Spacecraft, Groundstation and Missioning Satellite Development Program'. The website also features a 'Mission' dropdown menu with options for 'History', 'Organization', and 'R&D Achievements'. The taskbar at the bottom shows various applications like 'Total Commander', 'Microsoft PowerPoint', and 'Jasc Paint Shop Pro'.

december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

GeoEye 1



- kamera GIS (GeoEye Imaging System)
- 6.9.2008, výška letu 670 km, slnečne synchrónna
- spoločnosť GeoEye, Dulles, VA (USA)
- dva riadkové CCD – PAN 35 000 px, MS 9300 px
 - PAN 0,45-0,90 μm 0,41 m
 - MS 0,45-0,52 μm (B) 1,64 m
 - 0,52-0,60 μm (G) 1,64 m
 - 0,625-0,695 μm (R) 1,64 m
 - 0,76-0,90 μm (NIR) 1,64 m
- doteraz najvyššie rozlíšenie

Fotogaléria GeoEye 1

<http://www.geoeye.com>



december 2008

Družicové nosiče



- vývoj pokračuje
- Súčasnost' 2 silní hráči
 - **Digital Globe, Inc.**– Quick Bird 2, WorldView-1
 - **GeoEye, Inc.** – Ikonos 2, OrbView 3, GeoEye 1 (OrbView 5)

ostatní

- **ImageSat** – EROS A, EROS B
- **National Space Program Office** – Chunghua 2
- **Korea Aerospace Research Institute** – KOMPSAT 2
-

Špionážne družice

- prísne utajované projekty
- najnovšie, najdrahšie technológie
- družice KH-12/13 – program 8X, pomenovaný Enhanced Imaging Systém
- technológia stealth (neviditeľnosť)
- široké zorné pole
- viditeľné, infračervené spektrum, radar s RS 4-10 cm

Rozdelenie satelitných systémov

- 1. systémy s hrubým rozlíšením 500 - 1 500 m
– NOAA, METEOSAT
- 2. systémy so stredným rozlíšením 10 - 500 m
– LANDSAT MSS, TM, ETM+
- 3. systémy so vysokým rozlíšením 1 - 10 m
– SPOT, IRS, IKONOS, EROS, QuickBird 2, OrbView 3,.....

Využitie družíc s vysokým rozlíšením

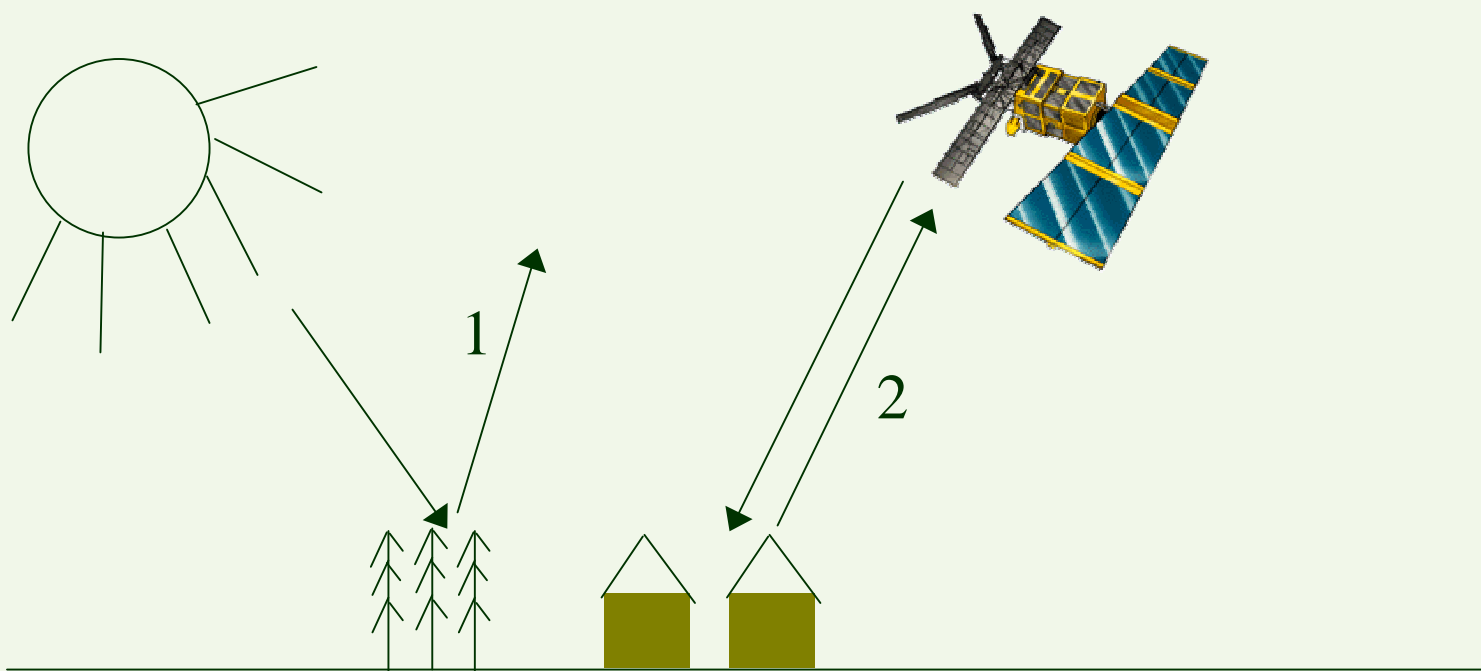
- kartografia, terénne mapovania 1:10 000 až 1:25 000
- predpovede úrody v poľnohospodárstve
- využitie krajiny, územné plánovanie (Land Use / Land Cover), dynamika miest, infraštruktúra
- vodohospodárstvo, riečna sieť
- lesníctvo, rast lesa, poškodenie
- pobrežné zóny, koraly, bahenné plochy, zasolené oblasti
- geologické a geomorfologické mapovanie
- GIS aplikácie
-

Aktívne snímače DPZ

Aktívne a pasívne systémy

1– pasívne – prirodzené žiarenie

2 – aktívne – umelé žiarenie

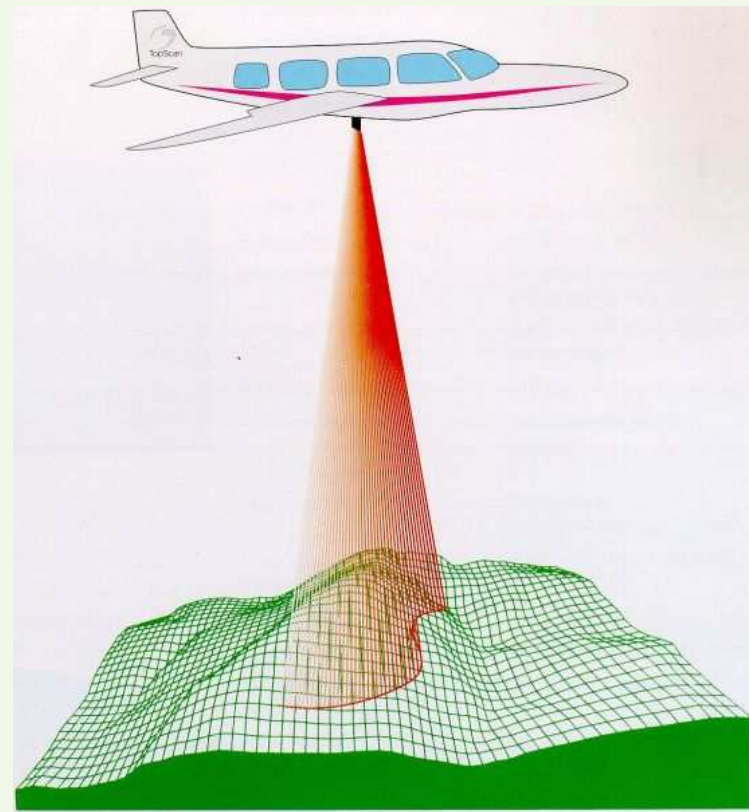


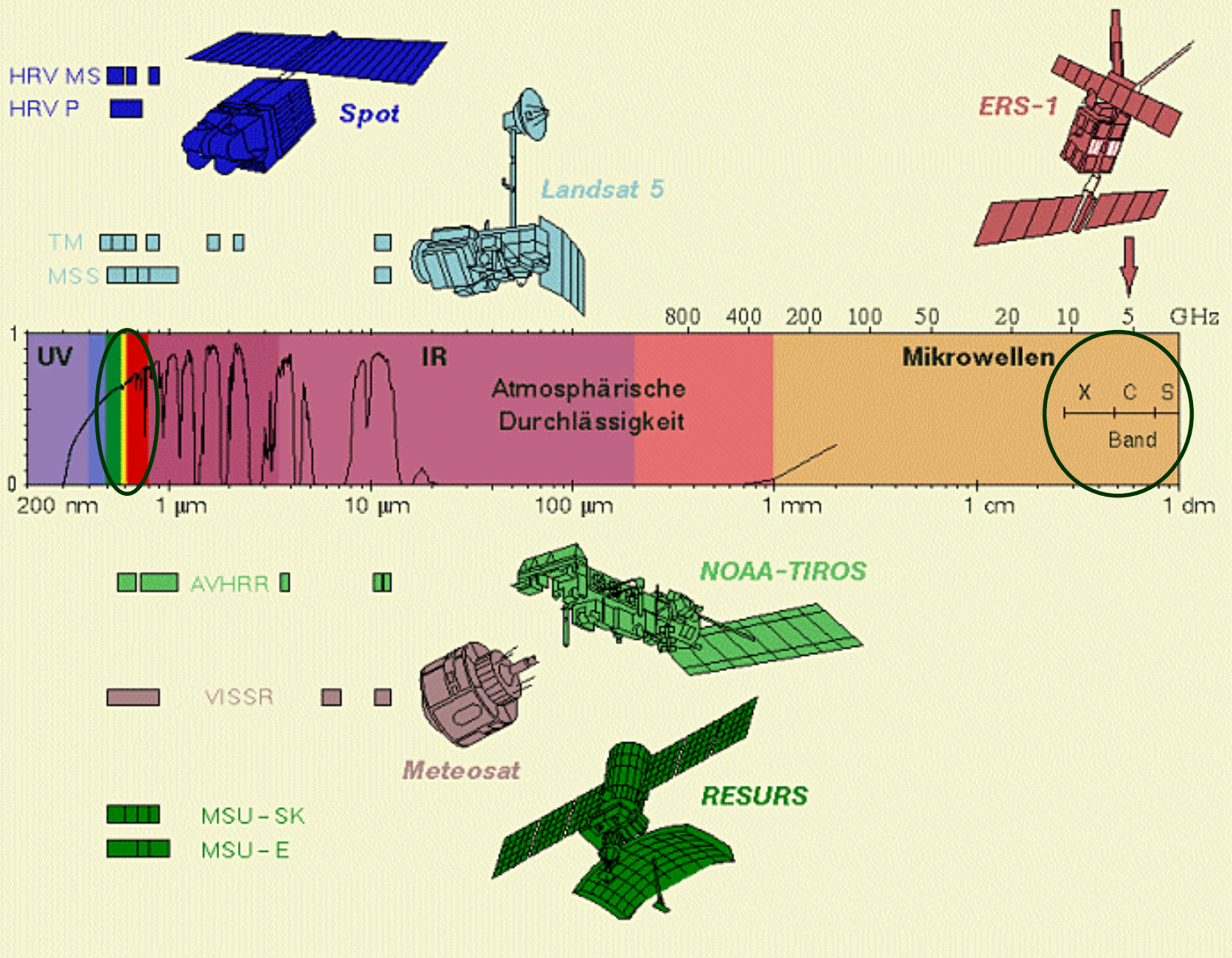
Aktívne snímače DPZ

Radar



Laser





Objav radaru

- **Nemec Christian Hülsmeier (1904) - zist'ovanie vzdialených kovových predmetov pomocou elektrických vln**
- **sláva – Škót Robert Watson-Watt (1935)**
 - **skúmal ako letcom pomôcť nájsť blížiacu sa búrku**
- **bitka o Britániu (1942) – porážka nepriateľa s 3x väčším počtom lietadiel**
- **1947 – pašeráci – Temžský záliv – hmla, noc**

Radár v DPZ

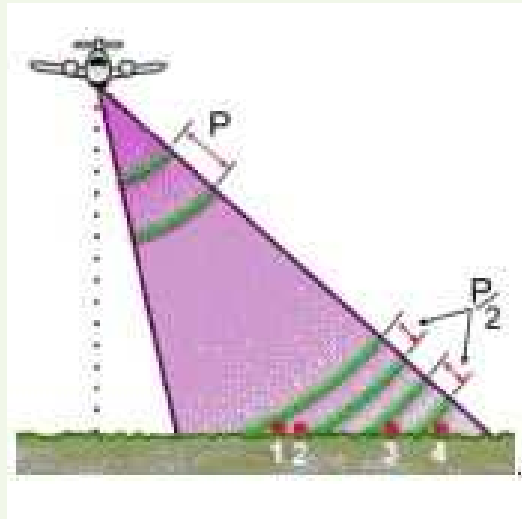
- aktívny snímač, digitálny, obrazový snímač
- nevadí tma, dážď, sneh, ľad
- λ od 1 do 800 mm - **mikrovlny**
- dlhšie λ - lepší prienik atmosférou
 - horšia rozlišovacia schopnosť

pásmo	λ	f [MHz]
X	2,4 - 3,8 cm	8000 - 12500
C	3,8 - 7,5 cm	4000 - 8000
L	15 - 30 cm	1000 - 2000

$$c = f \cdot \lambda$$

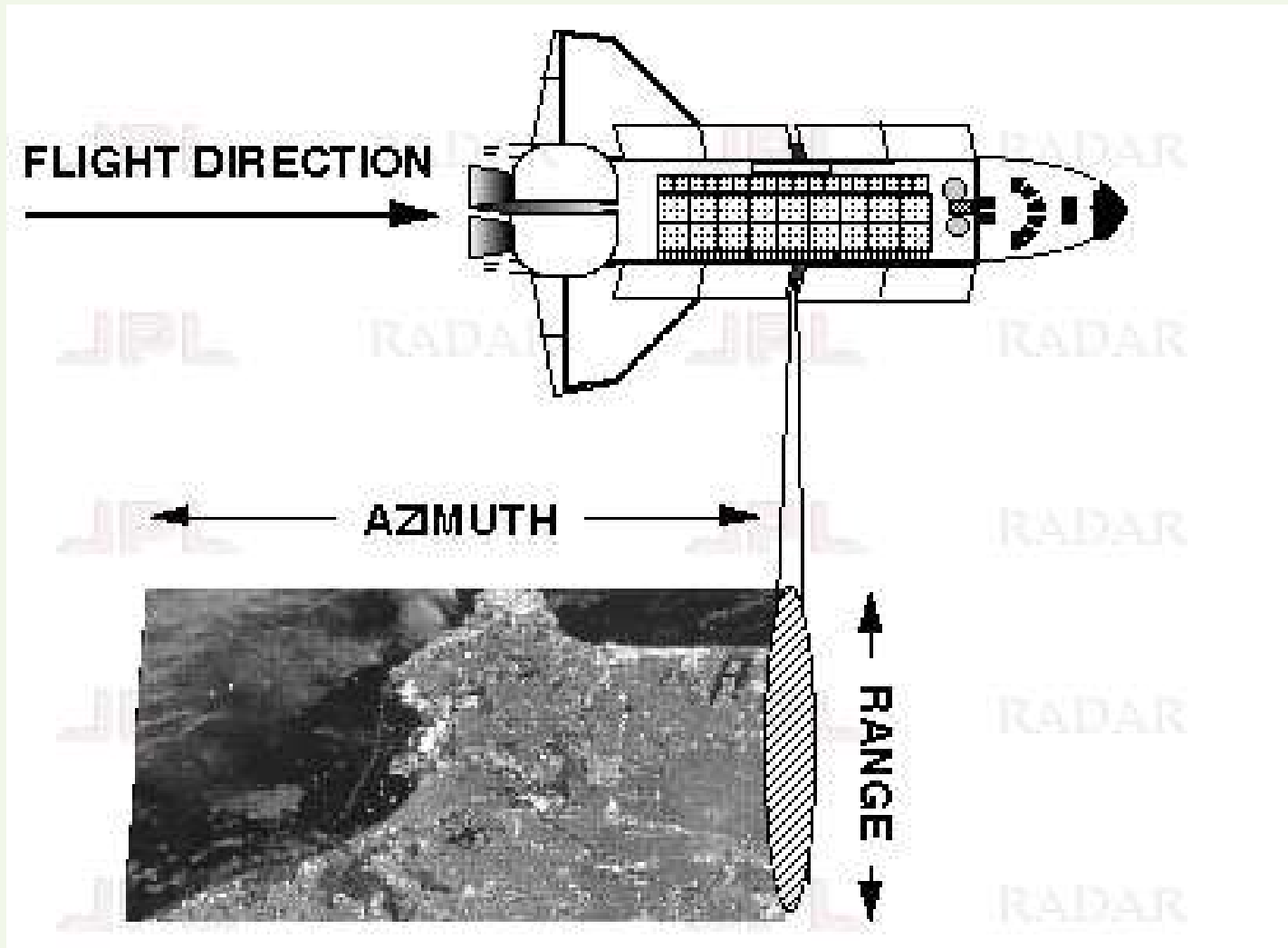
Radár v DPZ

- nižšie rozlíšenie ako LMS
- **Radio Detection And Ranging**



- princíp – vysielanie do strán
 - odraz – prijatie radarom
 - postup sa opakuje

Radar

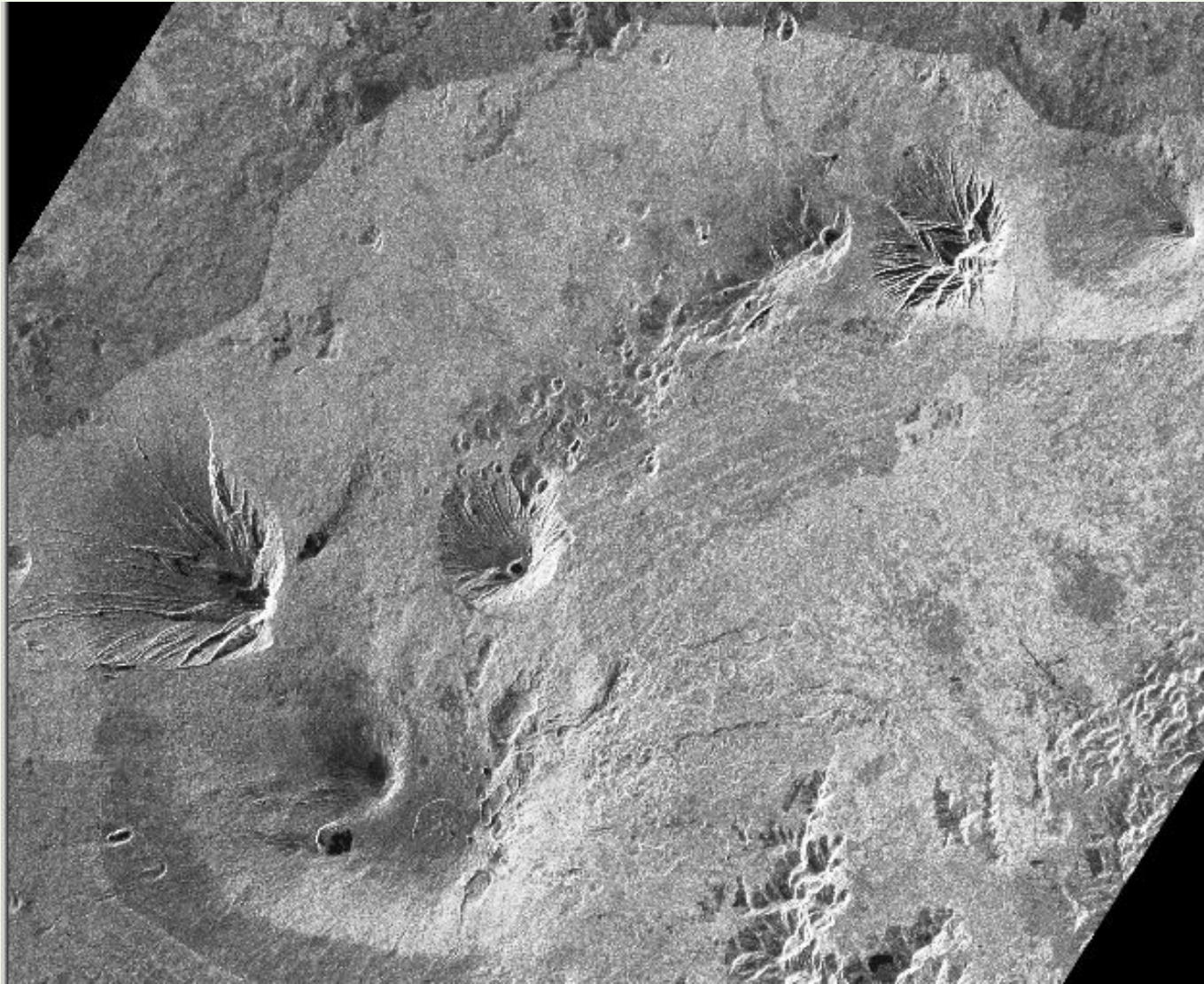


Radarový obraz



- nezvyklý obraz
- ČB
- prechody medzi Č a B
- ostré
- radarové tieňe
- pripomína mapu
- geometrické skreslenie

Radarový obraz



Rwanda

december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Na porovnanie Landsat



Rwanda

december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

Radarový obraz

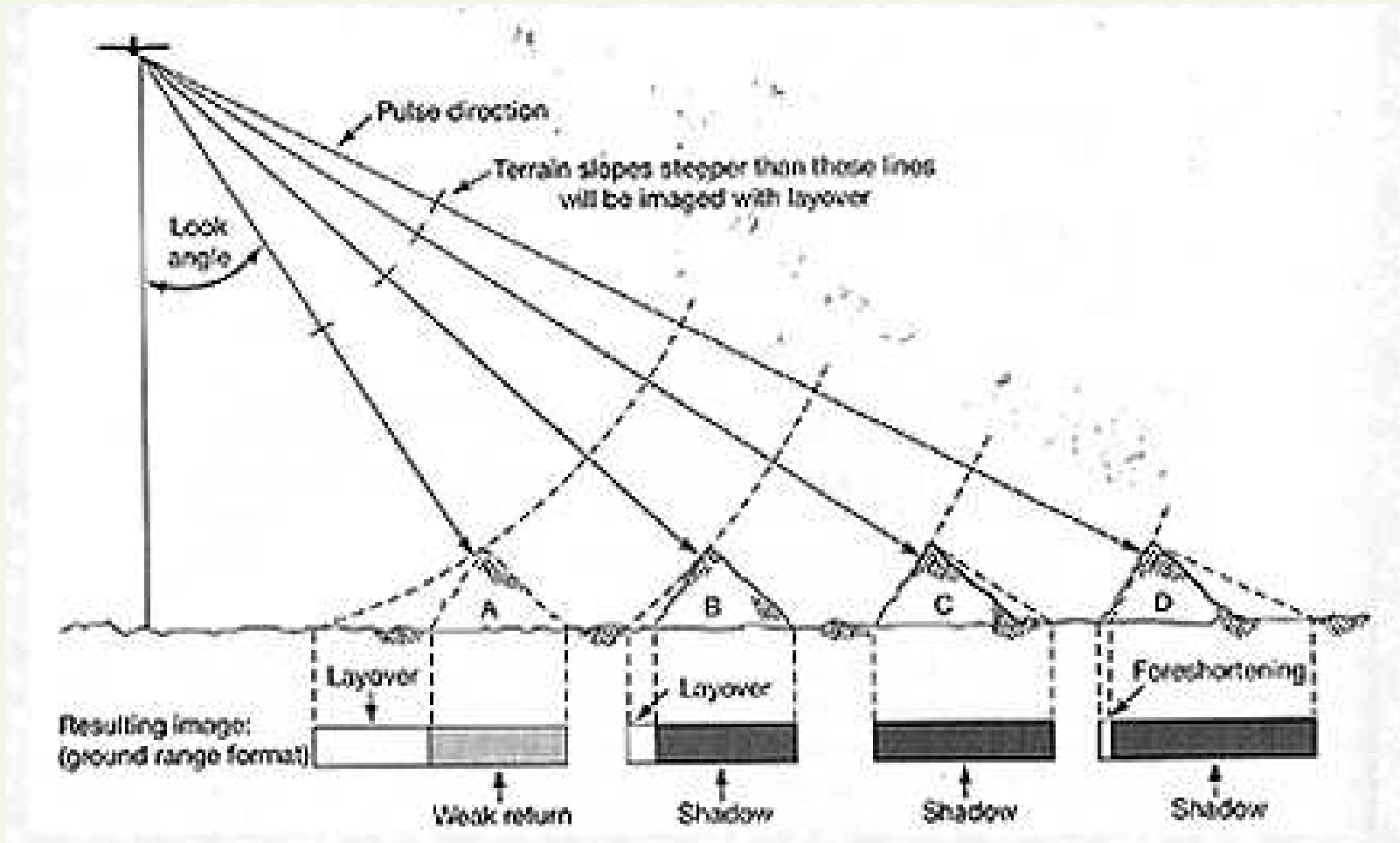


New Orleans

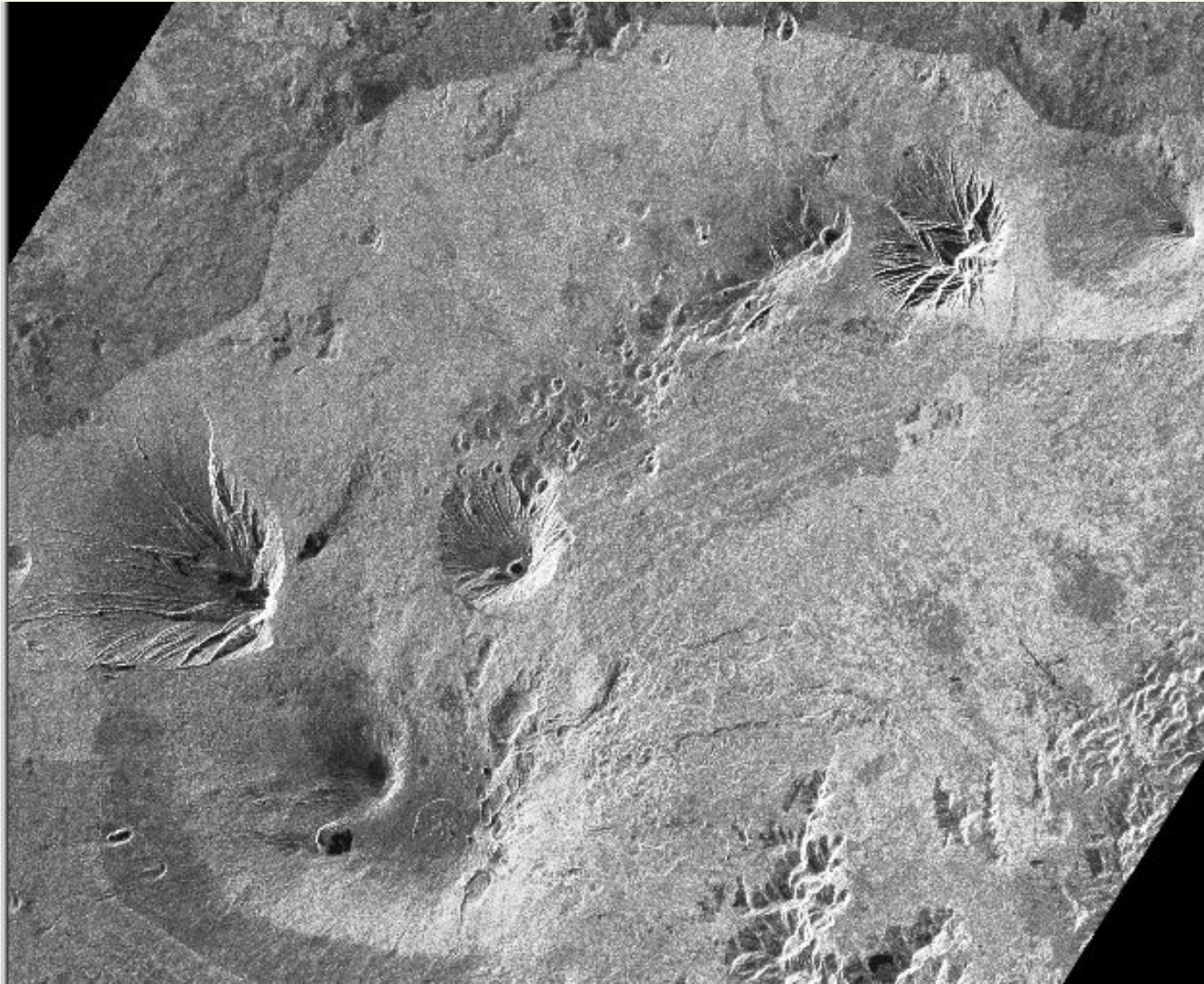
december 2008

Prehľad DPZ, snímače DPZ

Radarové tieňe



Radarový obraz



Rwanda

december 2008

Prehľad DPZ, snímачe DPZ

Výhody radarového snímání

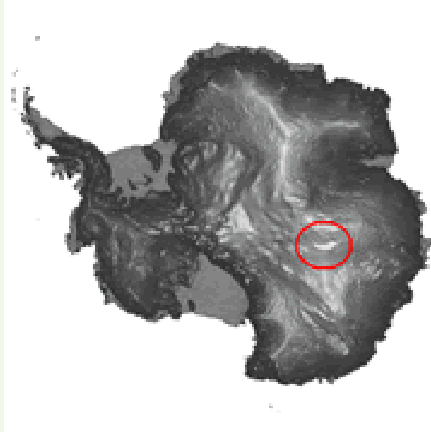
- **zložitejší vznik obrazu ako u LMS**
- **nezávislý od dennej doby, počasia**
- **potrebný vlastný zdroj energie**
- **obmedzená životnosť**
- **niekoľko vlnových dĺžok**
- **prienik pod zem – dlhšie vlnové dĺžky**

Prienik mikrovln

Prienik mikrovln $\lambda = 3$ až 15 cm :

<i>povrch</i>	<i>prienik do hĺbky</i>
sladká voda	mm až cm
čistý ľad	1 m až 100-ky m
morský ľad	cm až 1 m
suchá pôda	cm až m
mokrú pôda	cm až cm

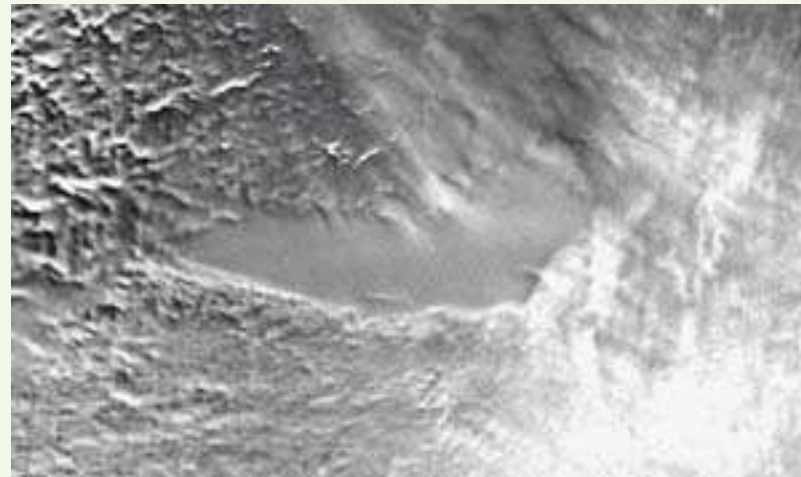
Jazero Vostok



Antarktída

- pod 4000 m hrubou vrstvou ľadu
- ukryté pod ľadom min. 420 000 rokov
- hĺbka 670 m, plocha 14 000 km²

- objav **1996** - radar
- **250 x 50 km**
- **5/2005** – ostrov v jazere



Využitie radarového obrazu

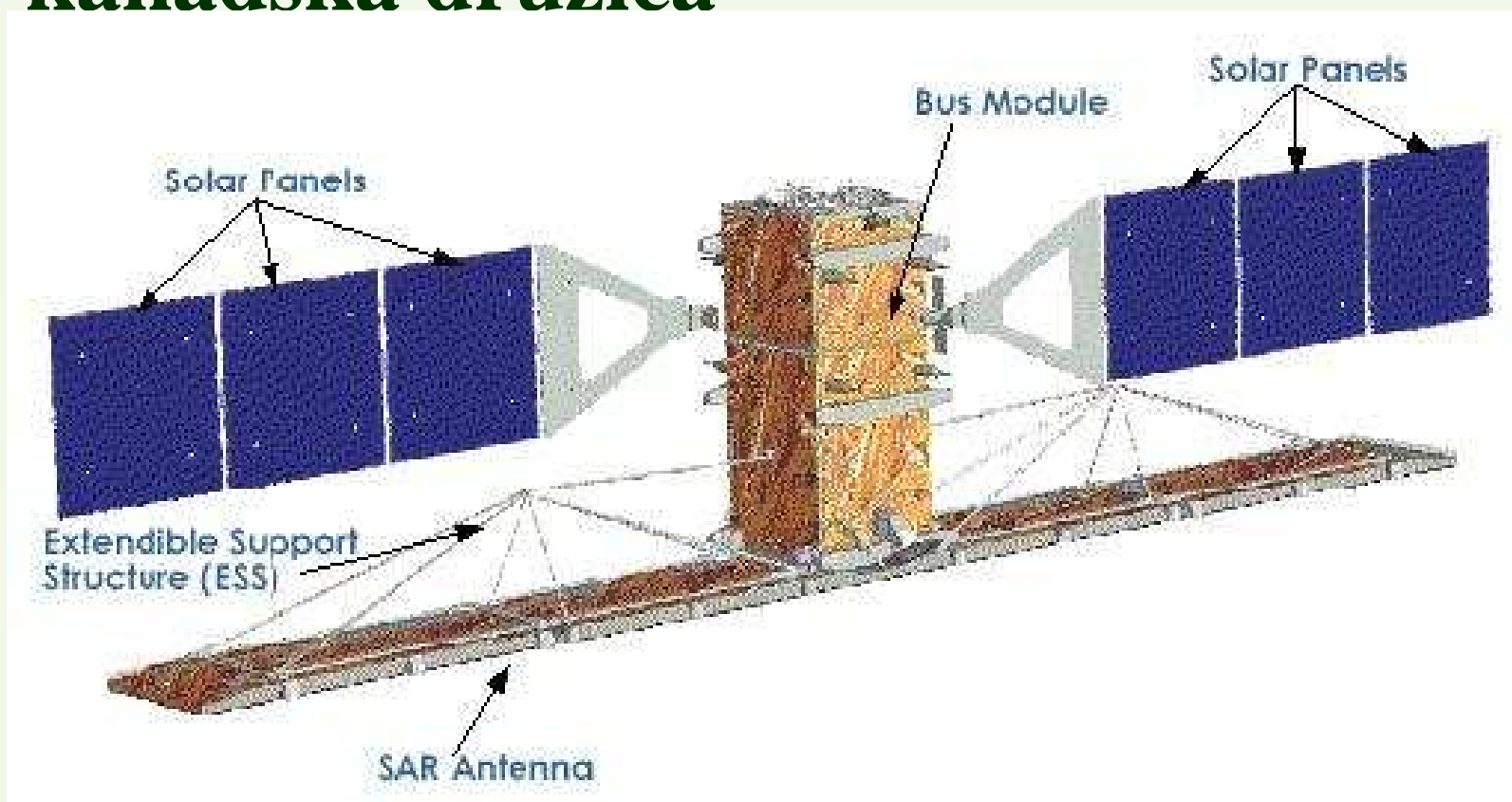
- **kartografia – oblačné oblasti**
- **geológia – geologické mapovanie**
- **hydrológia – pôdna vlhkosť, povodne, sneh**
- **poľnohospodárstvo – kultúry**
- **lesníctvo – holoruby, požiare**
- **oceanológia – tvar, smer vln, znečistenie**
- **obrana, NATO, ...**

Radarové snímacie systémy

- **Radarsat-1 (1995), RS 8 až 100 m**
- **Radarsat-2 (12.2007), RS 3 m**
- **ERS 1 (1991), RS 10 m**
- **ERS 2 (1995)**
- **Envisat (2002), najväčšia družica DPZ**
- **JERS (1992)**
- **ALMAZ (1991)**
- **STS-59, STS-68, STS-99
(Endeavour OV-105)**

Radarsat

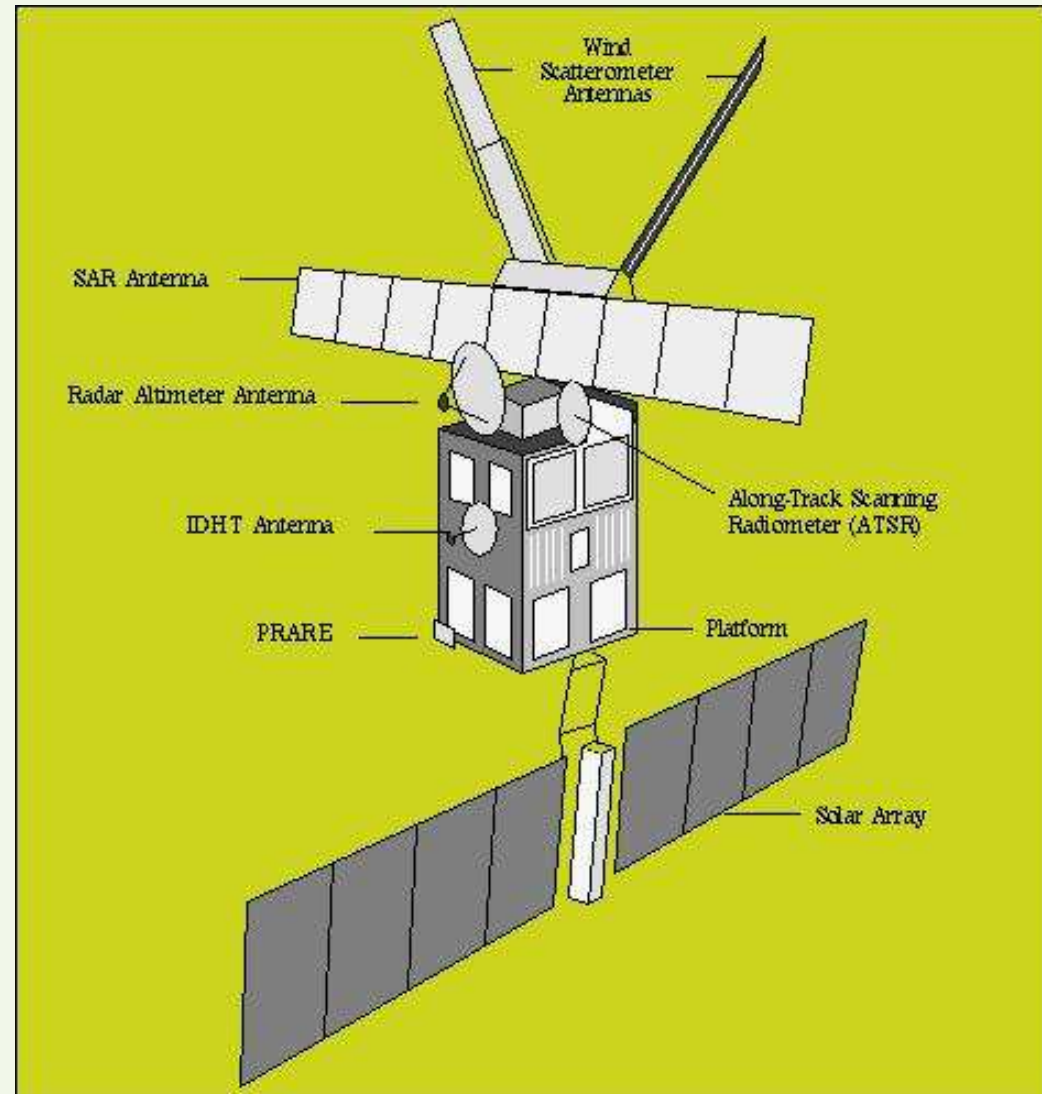
– kanadská družica



fotogaleria

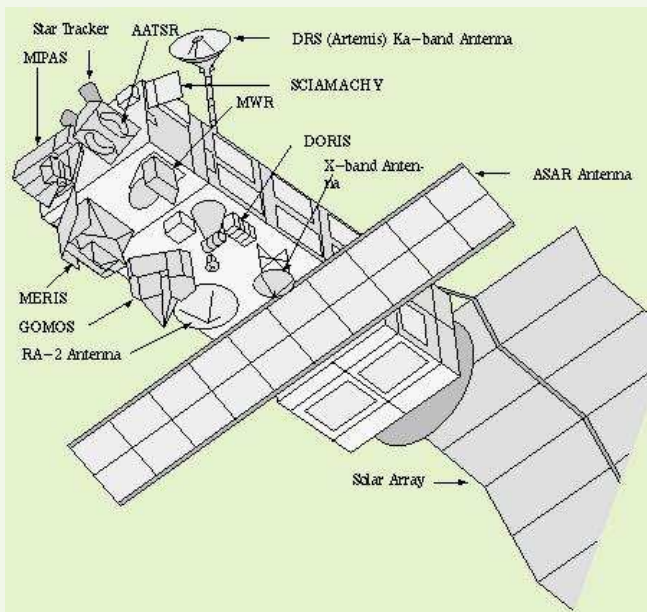
ERS

- európske družice
- ERS1, ERS2



Envisat

- európska družica
- 8217 kg

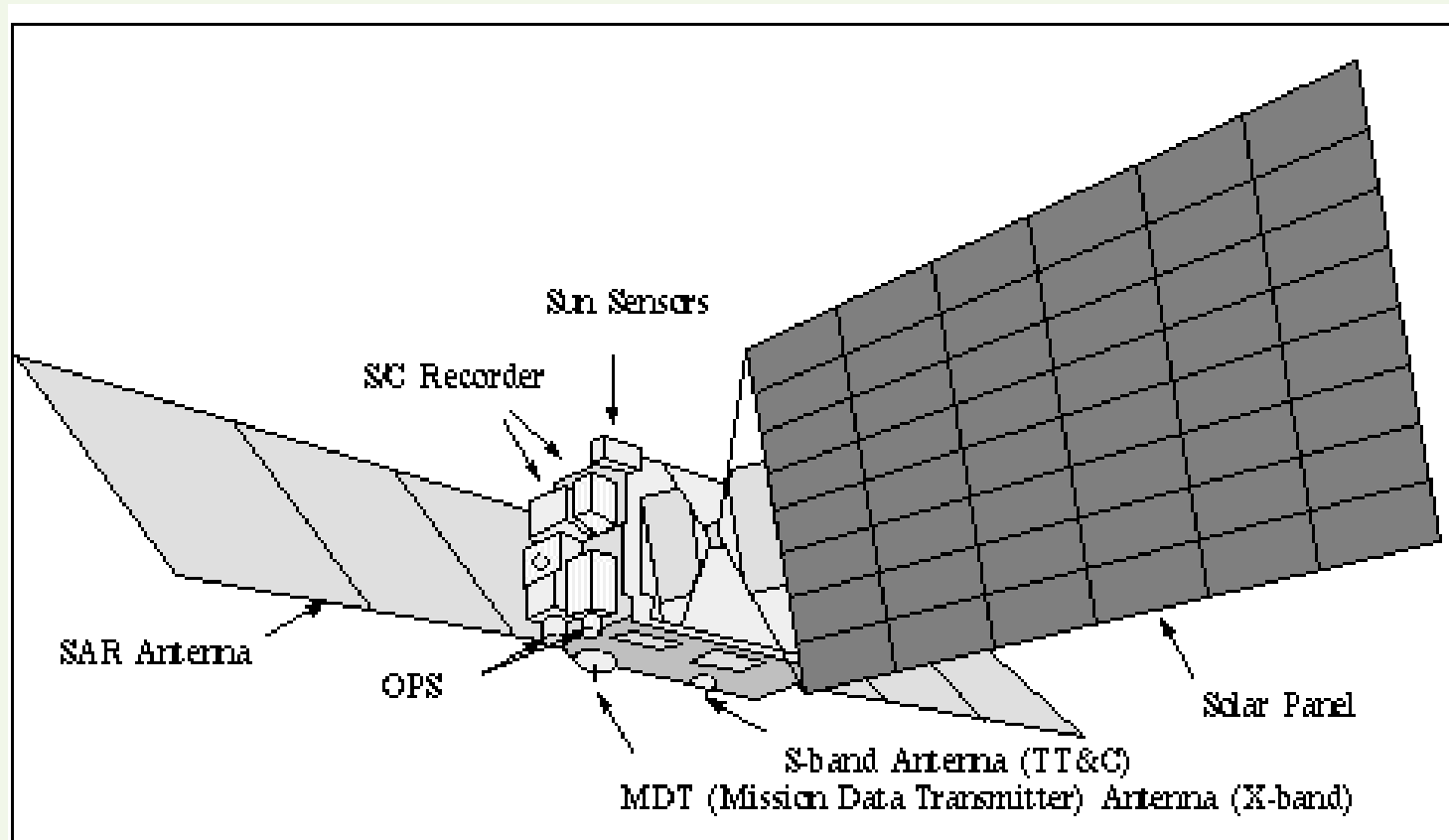


december 2008

Prehľad DPZ, snímáče DPZ

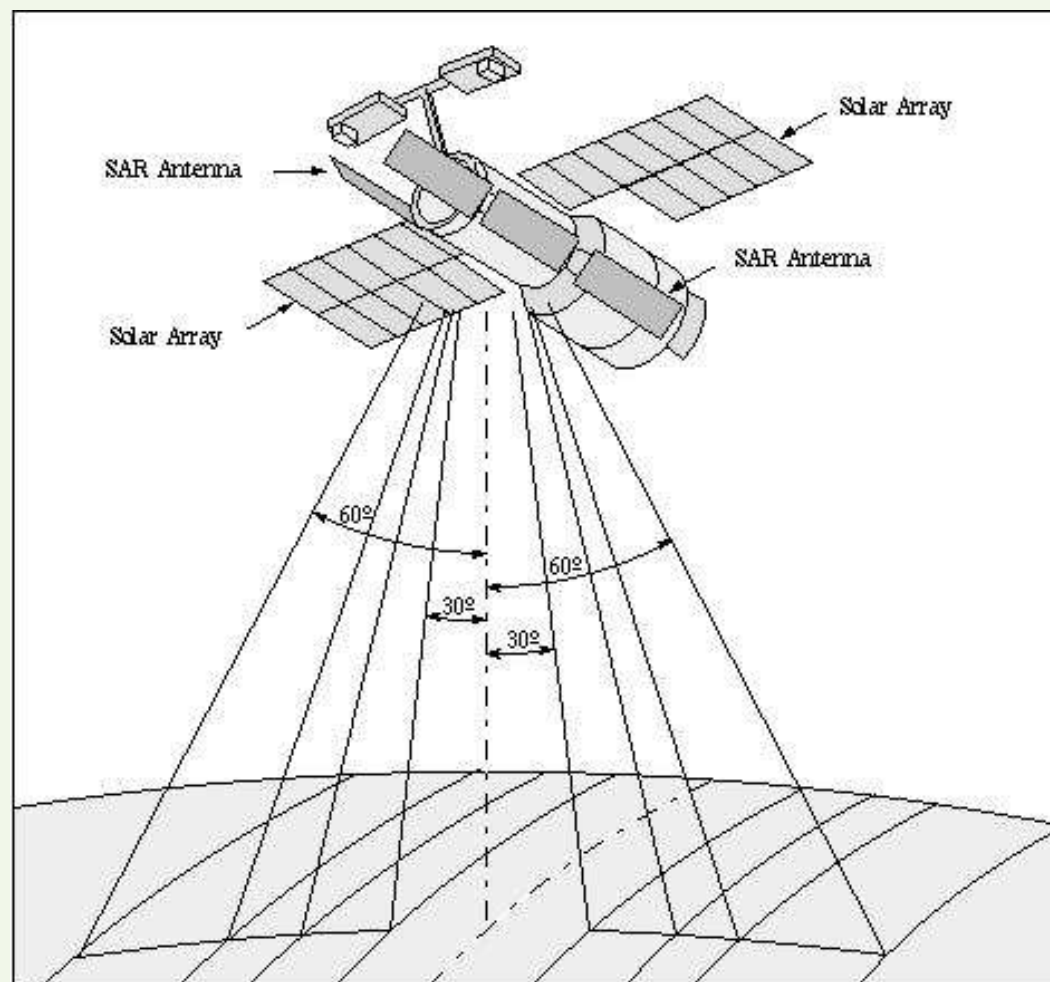
JERS

- japonská družica
- 2001 – zánik nad Atlantikom



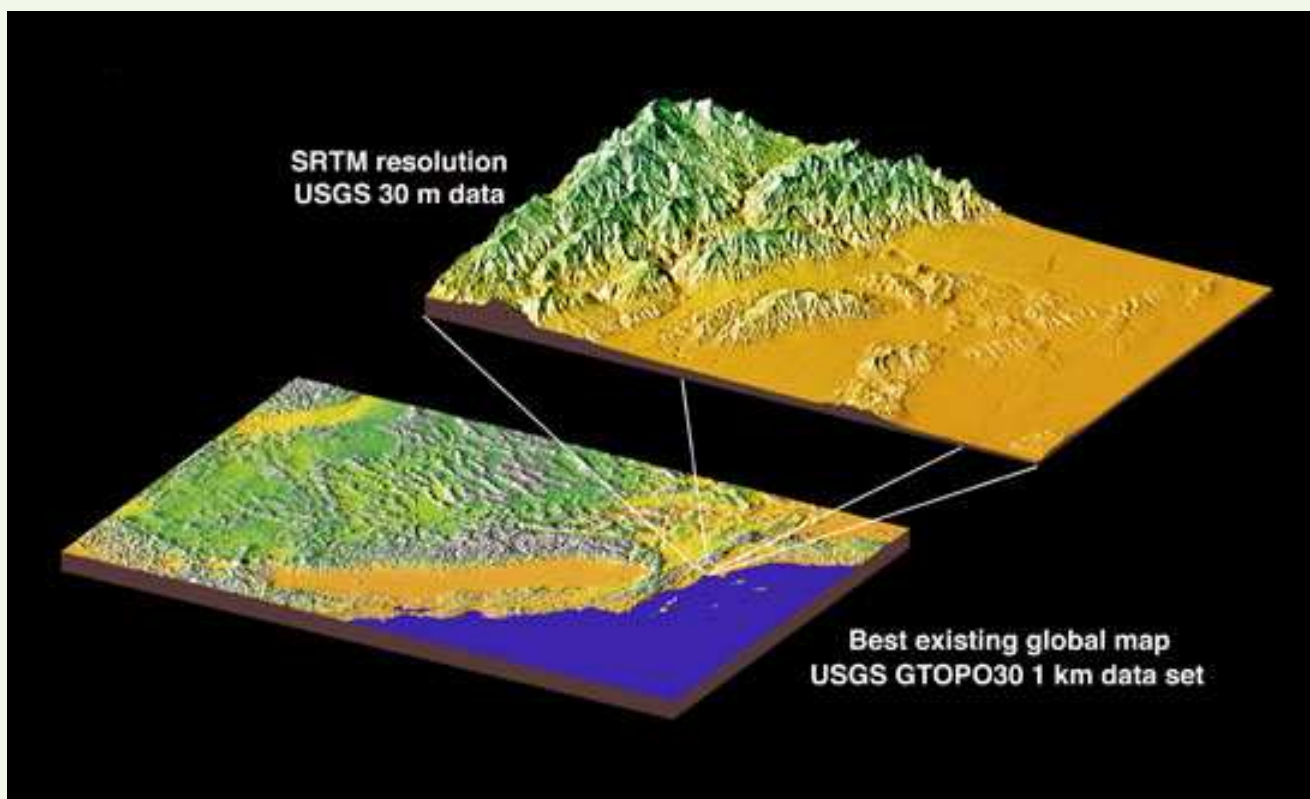
ALMAZ

- sovietska družica
- 1992 - zánik

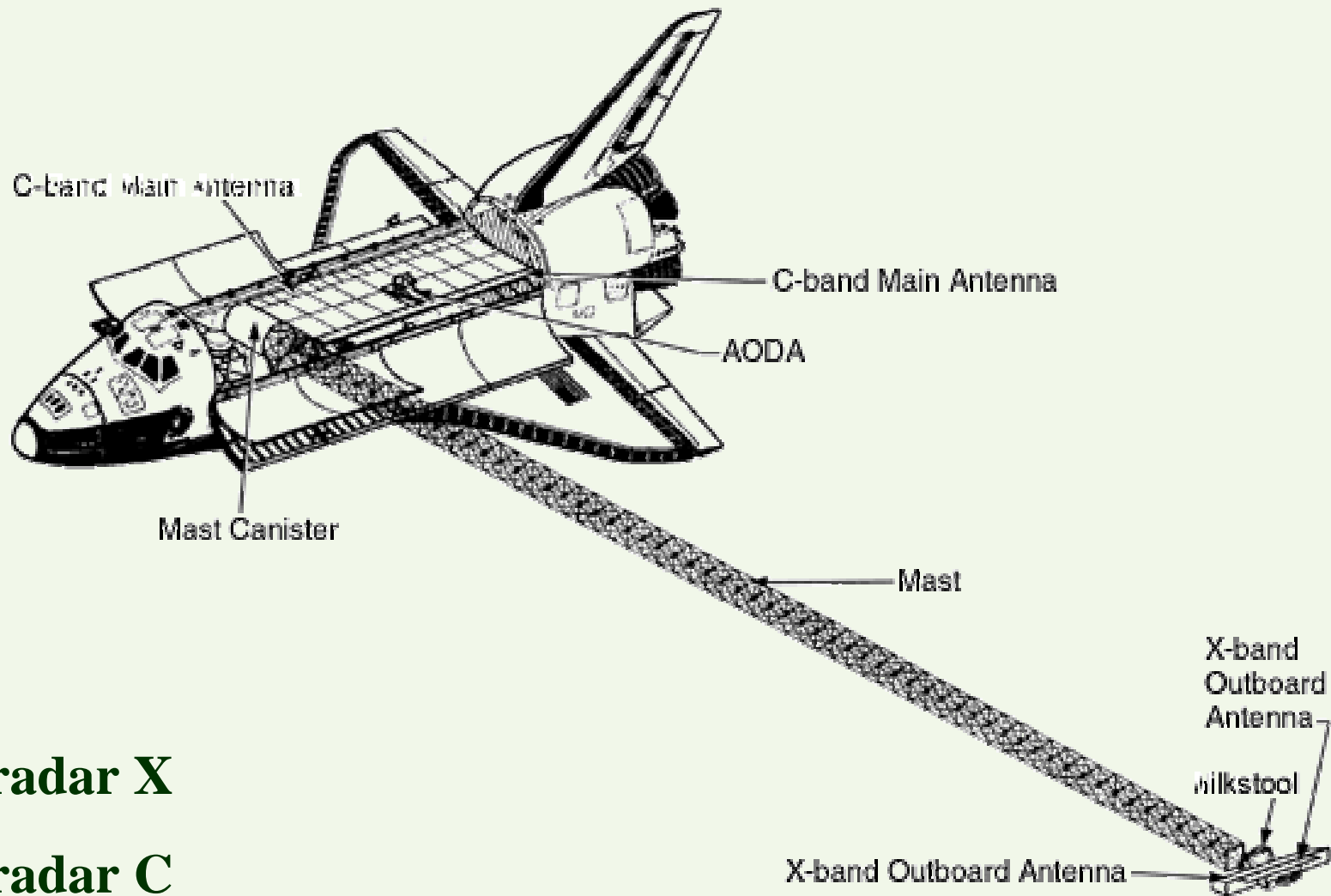


Misia STS-99

- zmapovanie 80% Zeme (11.2.2000-22.2.2000)
- radar SRTM, 3D údaje
- data 15 000 CD, 11 trilión meraní

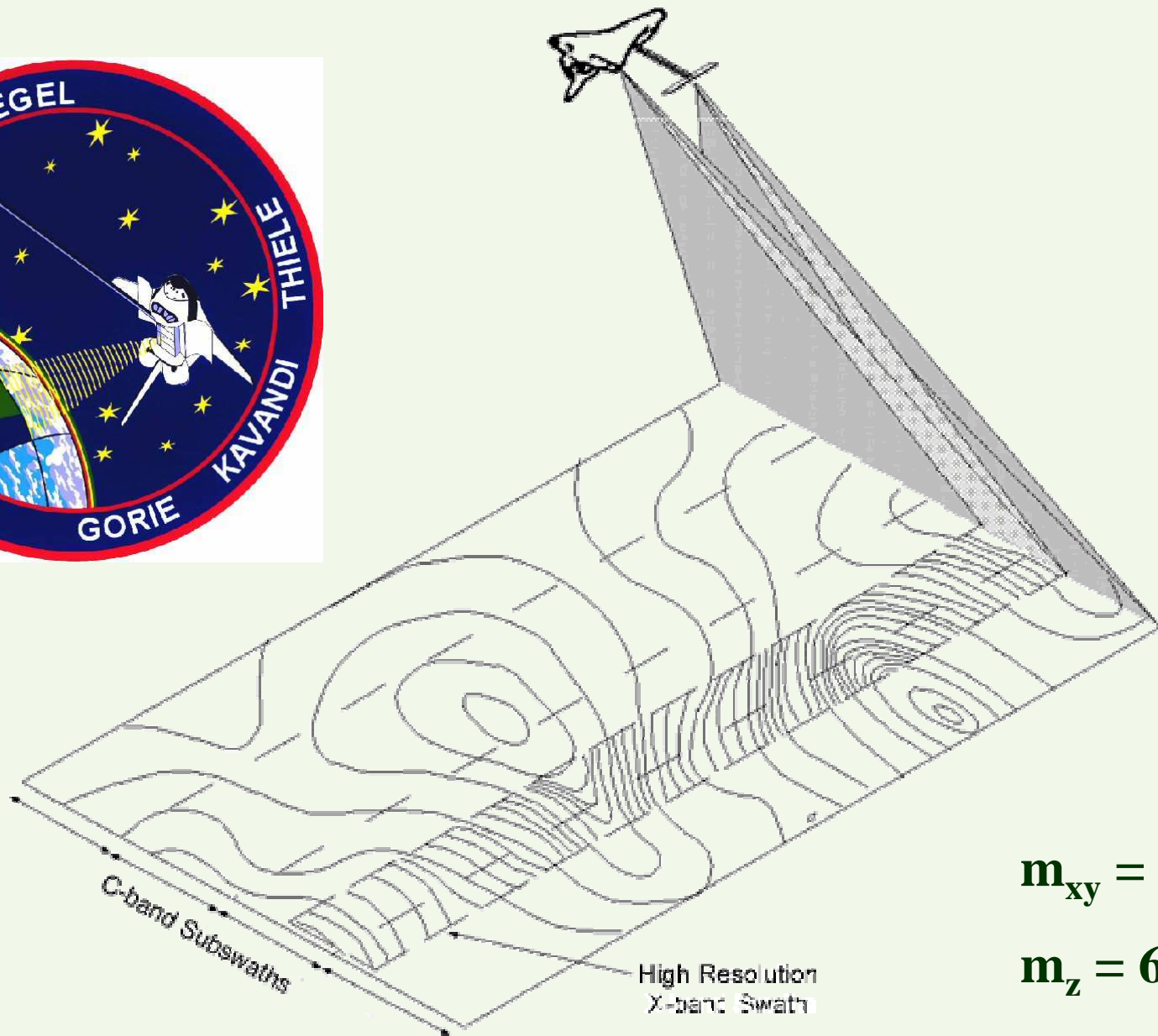


Misia STS-99



- radar X

- radar C



$$m_{xy} = 30 \text{ m}$$

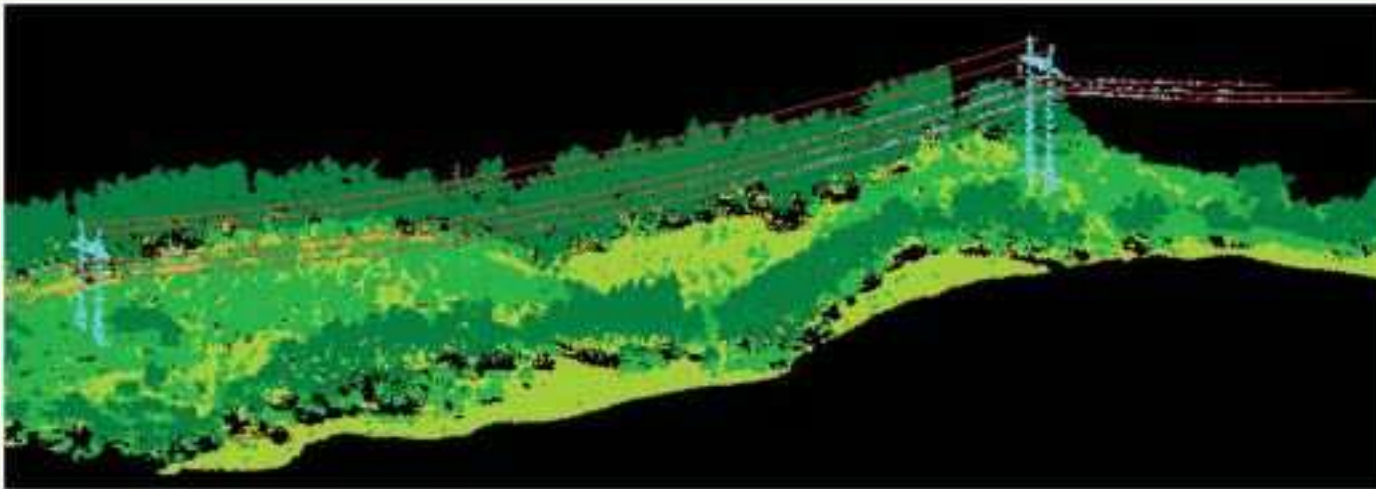
$$m_z = 6 \text{ m}$$

Lidar

- letecké laserové skenovanie
- **LADAR (LAsER Detection And Ranging)**
- **LIDAR (Light Detection And Ranging)**
- laser (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation) - zosilňovanie svetla stimulovaním emisií žiarenia
- $m_{xy} < 10 \text{ cm}$, $m_z < 10 \text{ cm}$
- presná, rýchla a univerzálna meracia technika v poslednom 10-ročí

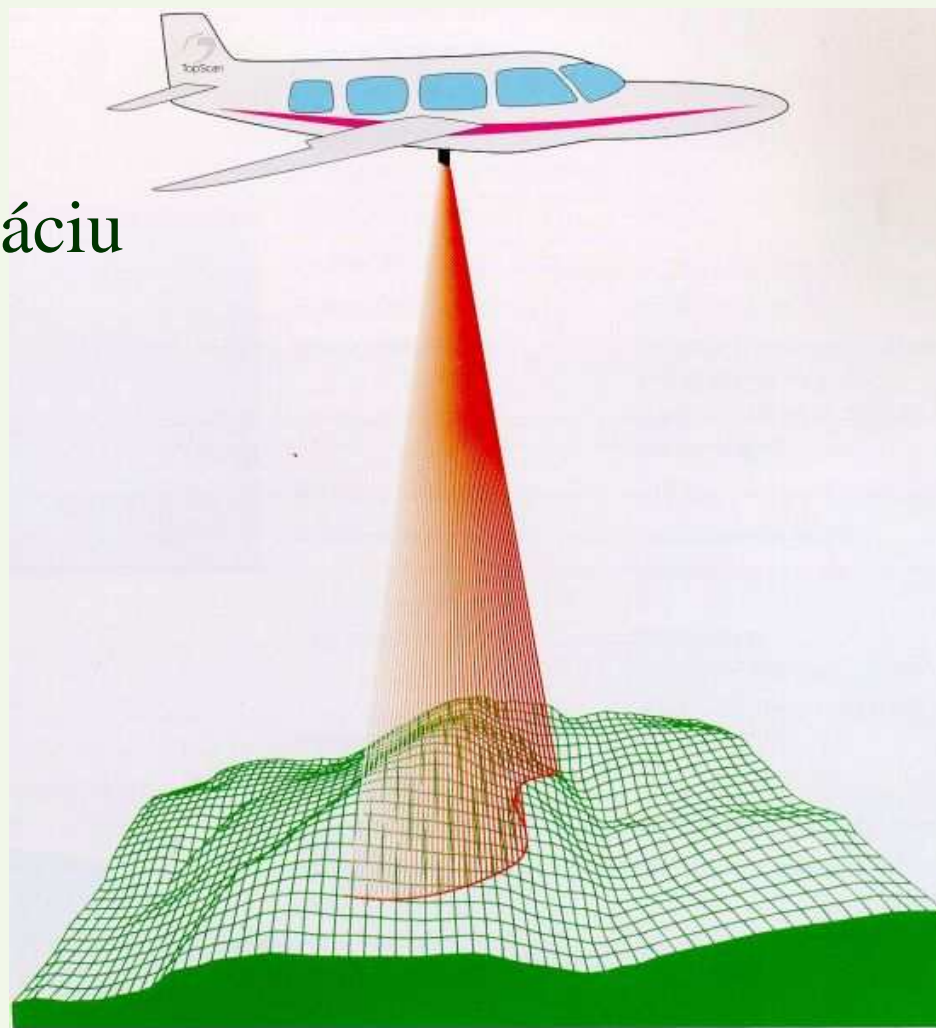
Lidar

- spojenie DGPS, INS a diaľkometra
- svetelný vysielač impulzov
- len lietadlá
- 1 hodina merania = 1 deň vyhodnotenia



Lidar

- prienik cez riedku vegetáciu
- zber bodov georeliéfu
- tvorba DTM
- $h < 1000$ m
- hustota skenovania
100 000 bodov / km²

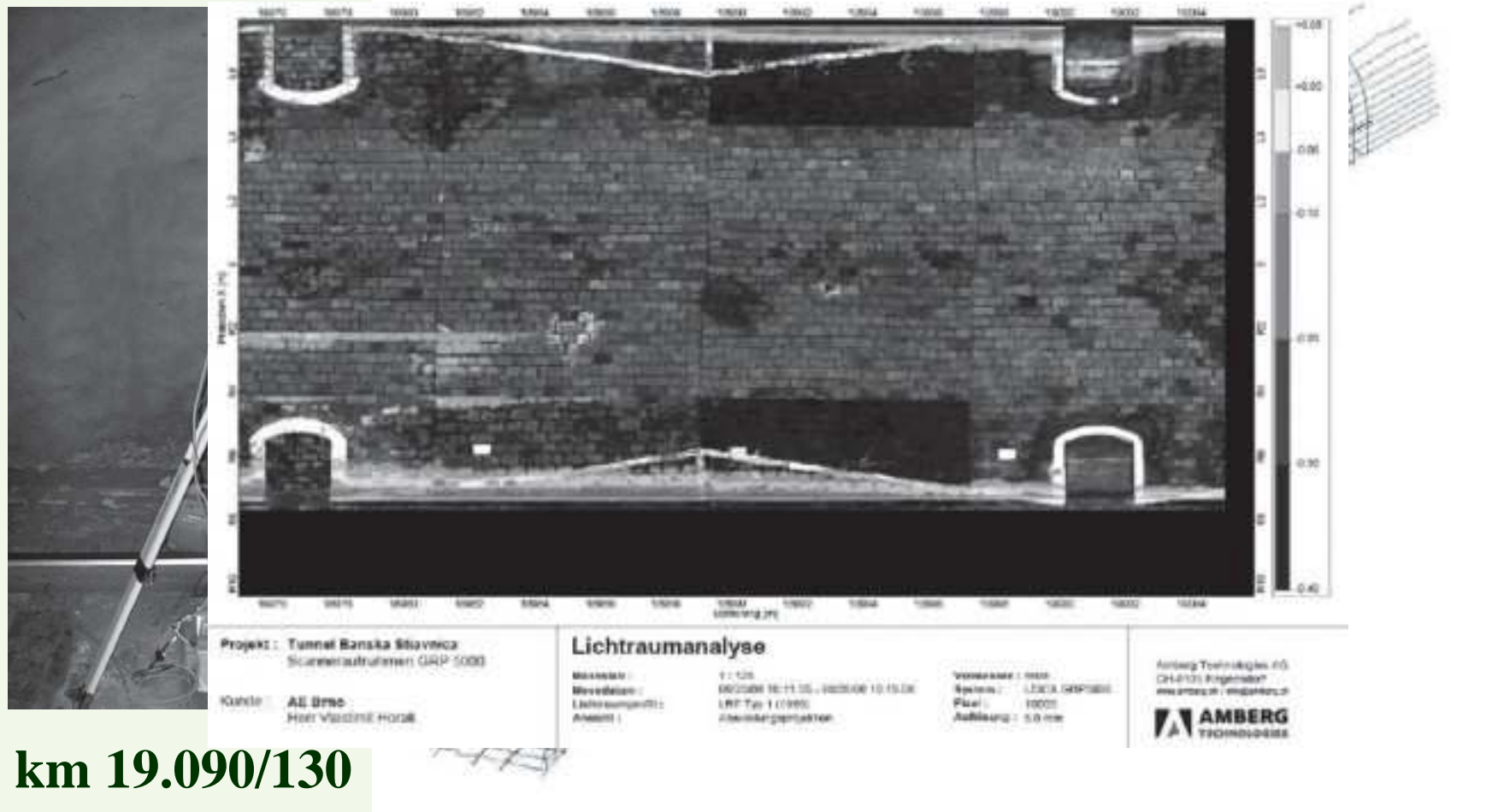


Využitie laserového skenovania

- územie husto pokryté objektami
- mobilní operátori
- architektúra
- modelovanie povodní
- elektrikári
- lesníci
- prírodné havárie
- meteorológia
- podzemné staviteľstvo,



Využitie laserového skenovania



km 19.090/130

Banskoštiavnický tunel (2006)

december 2008

Prehľad DPZ, snímače DPZ

Získavanie údajov DPZ

Pôvod údajov

- 1. mať vlastné lietadlo - satelit**
- 2. zapožičať od vlastníka - distribútora**

Letecké snímky

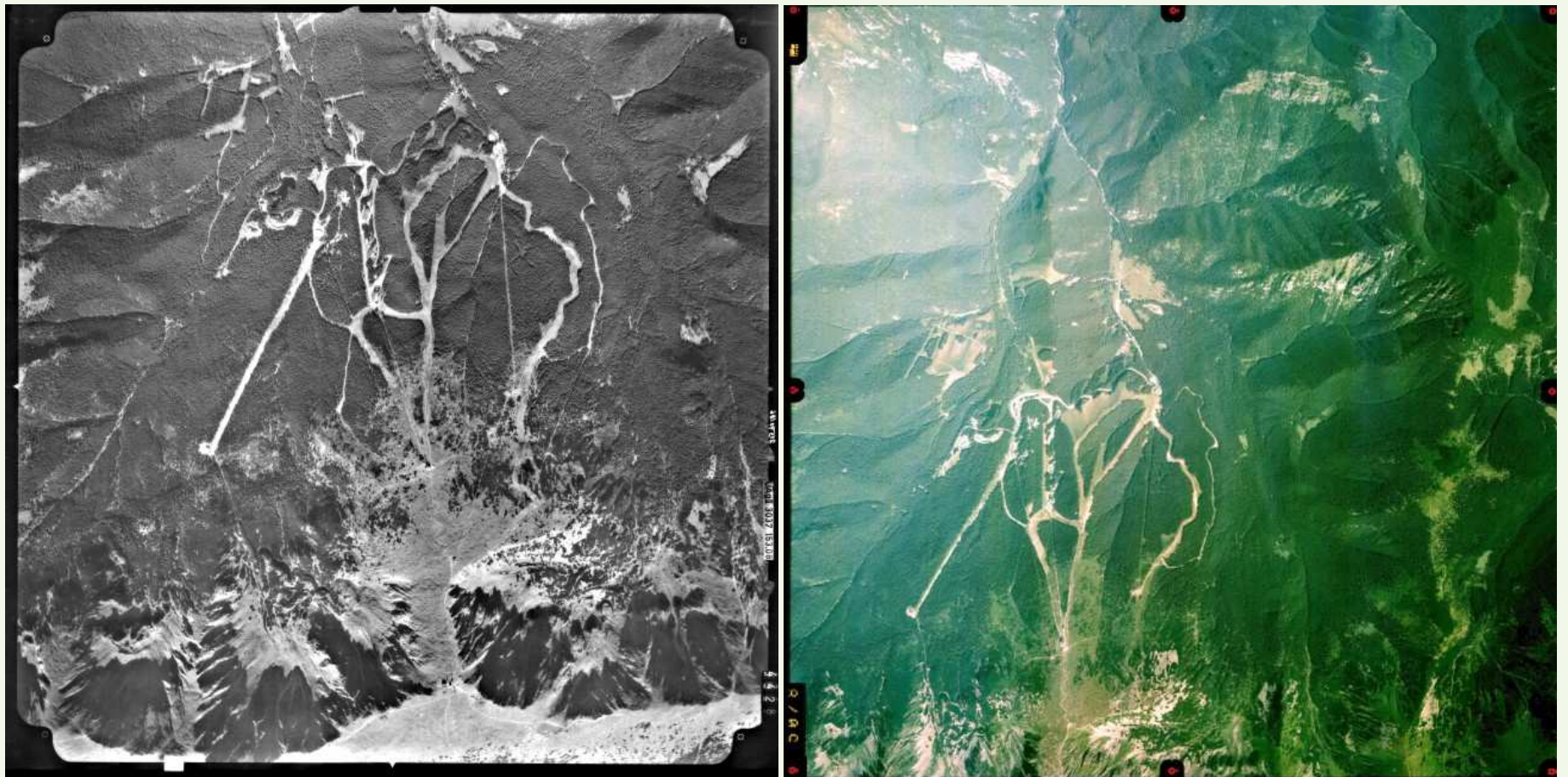
- Doba společného Česko-Slovenska – len armáda**
- **vojenský topografický ústav Dobruška**
 - **Topog.ústav Banská Bystrica**

Letecké snímky

Dnes

- **firmy Geodis a.s. Brno**
- **firma Eurosense s.r.o.**
- Bratislava**
- **iní**

Letecké snímky



december 2008

Prehľad DPZ, snímače DPZ

Satelitné záznamy

**archív SAŽP BB
- Landsat, Spot**

**prevádzkovateľ družíc -
distribútor**

Satelitné záznamy



pásmo1

pásmo2

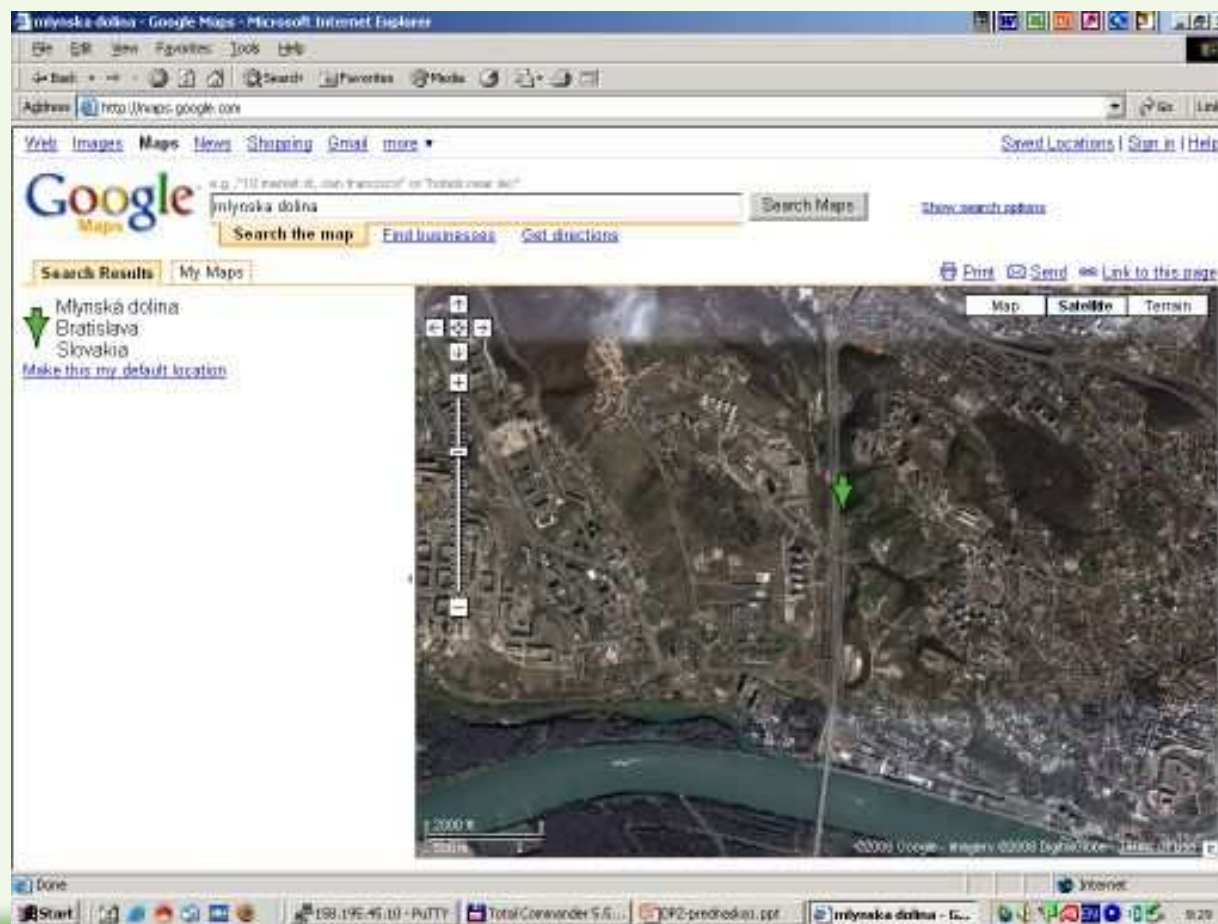
pásmo3

Na záver

Záznamy DPZ na internete



<http://maps.google.com/>



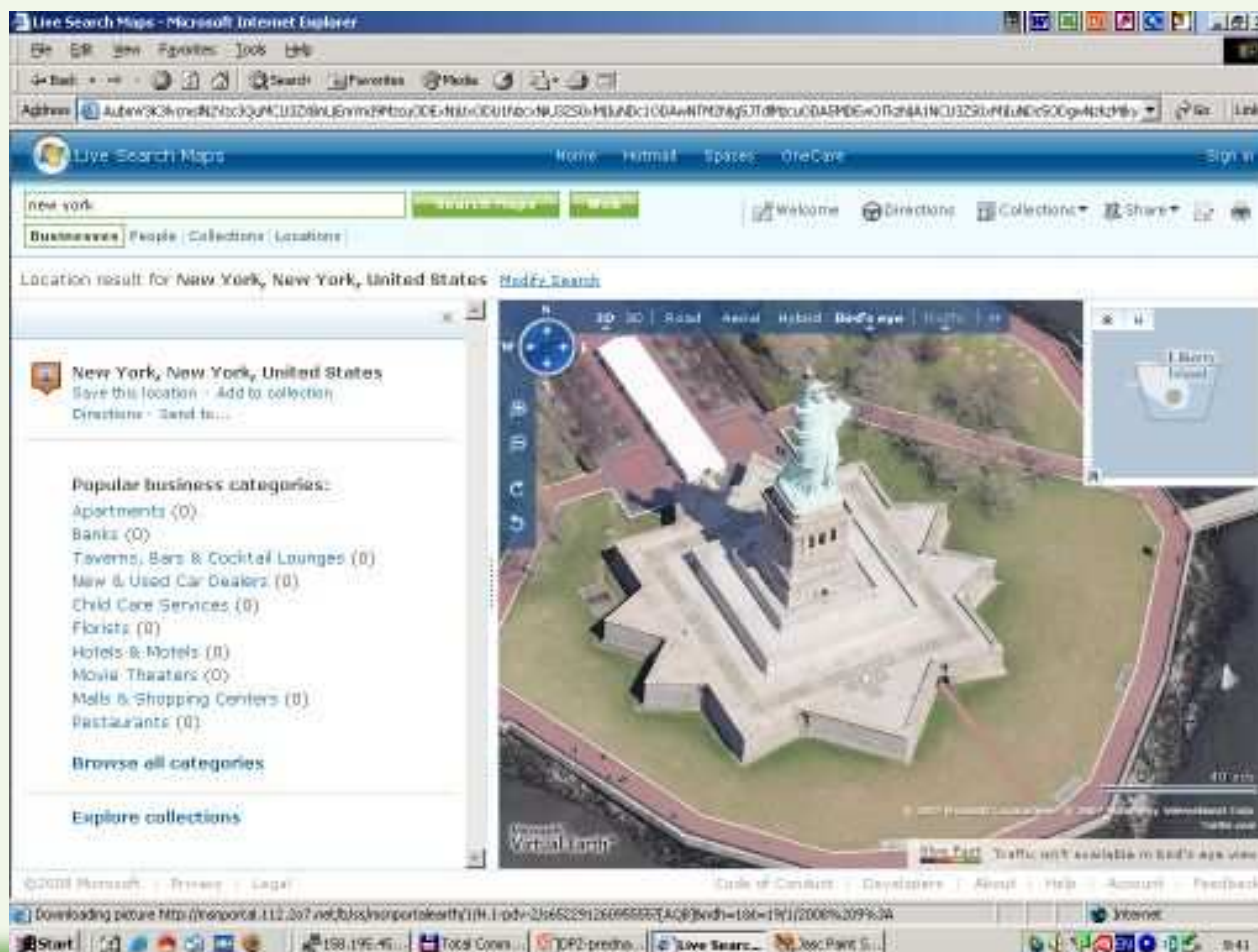
december 2008

Úvod do DPZ

Záznamy DPZ na internete

Microsoft
Virtual Earth™

<http://maps.live.com/>



december 2008

Úvod do DPZ

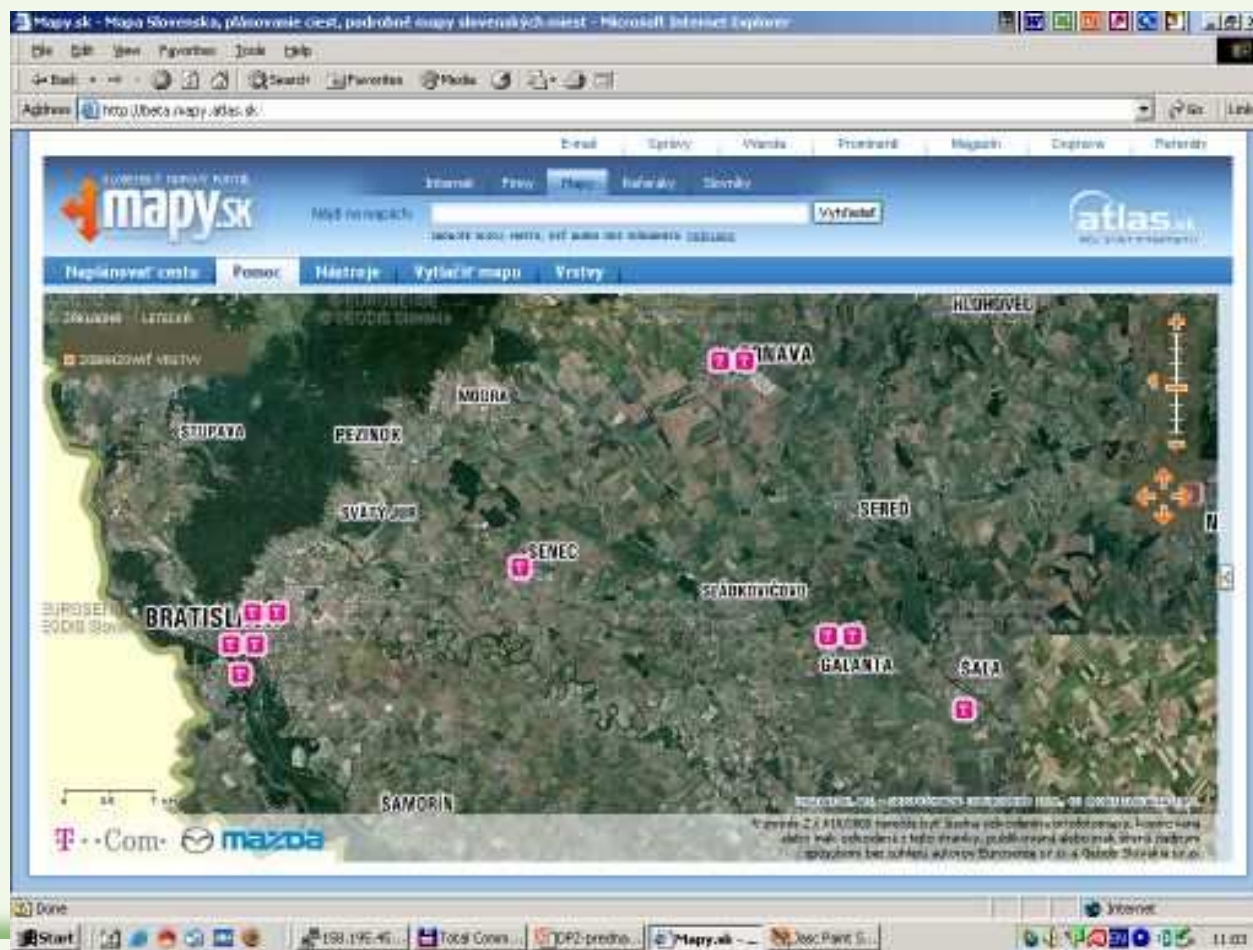
Vízia Microsoftu

- **len letecké snímky, nie družicové obrazy**
- **celý svet RS 0,15 m = 22 Peta Byte**
- **textúry domov, ulíc RS 0,02 m**
- **Interiéry RS 0,005 m**

Záznamy DPZ na internete



<http://mapy.atlas.sk/>



december 2008

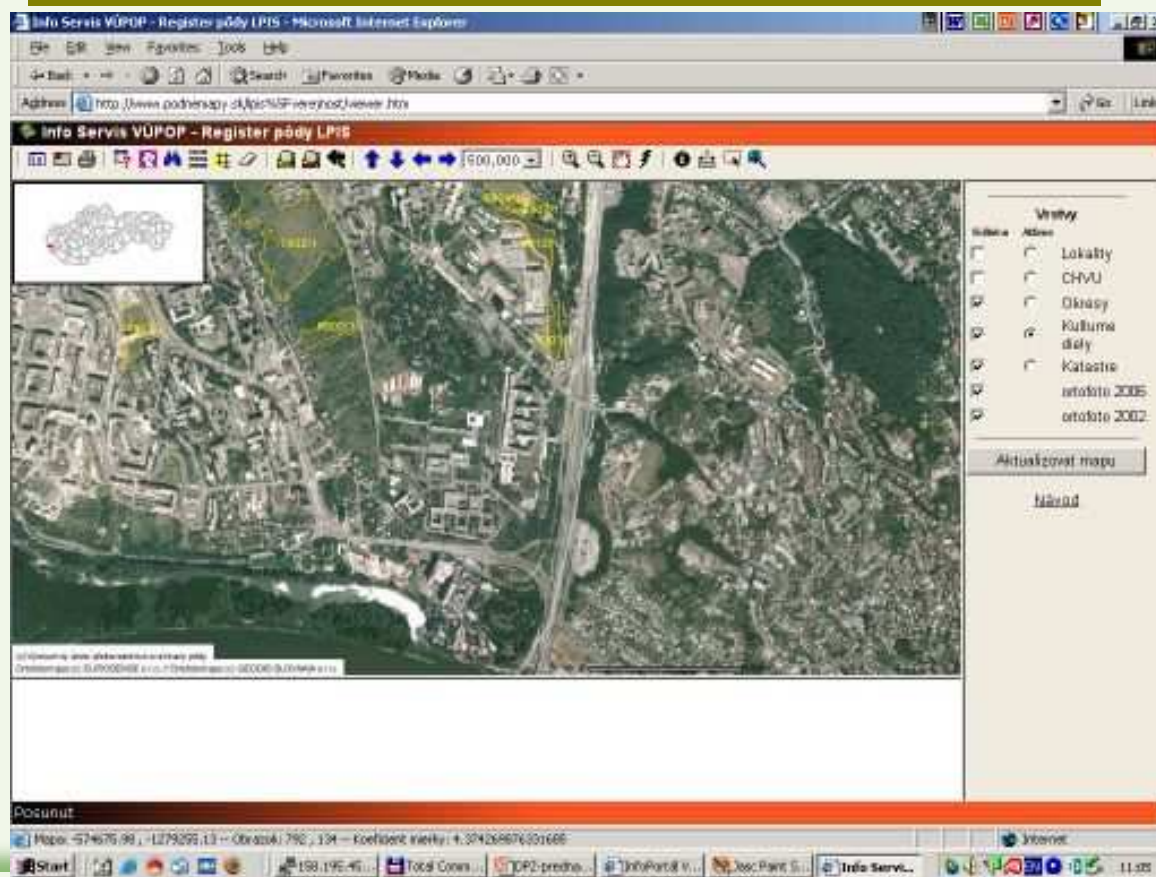
Úvod do DPZ

Záznamy DPZ na internete

Pôdny portál

Informačný servis VÚPOP

<http://podnemapy.sk/>



december 2008

Úvod do DPZ