

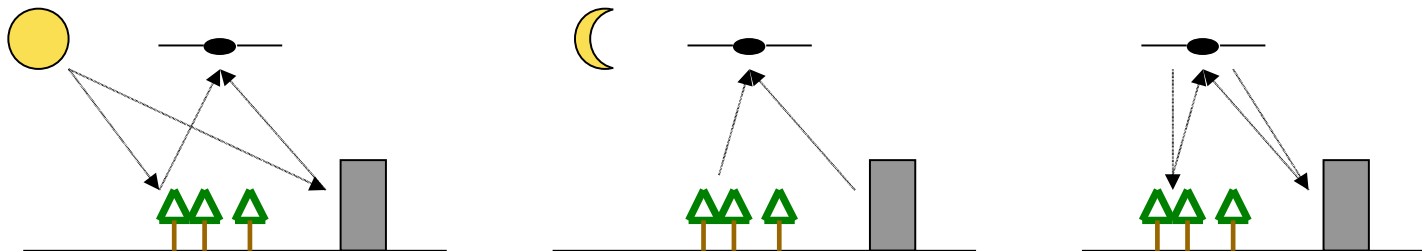
A satellite with a yellow payload and solar panels is shown in orbit above the Earth. The satellite is positioned in the upper center of the frame, with its solar panels extending outwards. The Earth's surface, showing blue oceans and white clouds, is visible in the lower half of the image. The background is the blackness of space.

Dálkový průzkum Země

Ústav geoinformačních technologií
Lesnická a dřevařská fakulta MENDELU

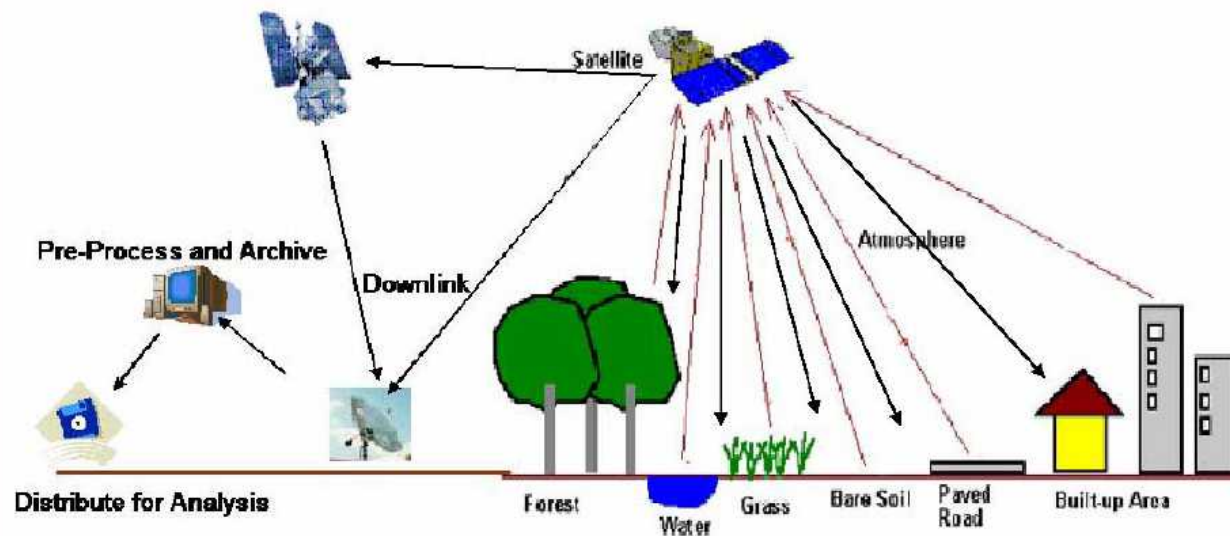
Záznam dat

- Metody záznamu energie snímacím zařízením:
 - **Pasivní systémy:** měří přirozeně existující energii. Lze je proto použít pouze tam, kde je taková energie k dispozici
 - Přímé metody – měření odraženého slunečního záření (ve dne)
 - Nepřímé metody – měření záření emitovaného objekty (v noci)
 - **Aktivní systémy:** disponují svou vlastní energií, např. RADAR, LIDAR



AKTIVNÍ METODY

- Výhodou aktivních metod je, že je možno získávat data kdykoli, bez ohledu na denní dobu.
- Aktivní snímací zařízení lze využít i v jiných vlnových délkách, než které poskytuje sluneční záření, jsou to především mikrovlny. Tyto systémy však pro ozáření zájmových objektů vyžadují značné množství energie.
- Typickými představiteli aktivních snímačů jsou radary, především radar se syntetickou aperturou (SAR) a laserová zařízení (Lidar).



NOSIČE SNÍMACÍCH ZAŘÍZENÍ

- Nosiče snímacích zařízení pro DPZ mohou být umístěny:
 - Na zemi
 - Ve vzduchu – na palubě letadla / helikoptéry / balónu / vzducholodě / UAV
 - V kosmickém prostoru vně zemské atmosféry – na palubě kosmické lodi nebo družice.
- **Pozemní snímací zařízení** se často používají k záznamu detailních údajů o zemském povrchu. Tyto záznamy se používají ke srovnání se záznamy snímačů umístěných na palubě letadel nebo družic a umožňují jim lépe porozumět.
- Pozemní snímače lze instalovat na lešení, jeřáby, pojízdné vysokozdvížné plošiny,



NOSIČE SNÍMACÍCH ZAŘÍZENÍ

- UAV – Unmanned Aerial Vehicle / Dron



- Výška letu 50 - 700 m
- Nosnost cca 2 - 5 kg
- Doba letu 15 - 45 min



- Z **leteckých nosičů** se nejčastěji používají letadla s pevnými křídly, méně často vrtulníky.
- Letadla umožňují získávat velmi detailní snímky povrchu. Jsou prakticky použitelná ke sběru dat kdekoli na světě.
- K nepravidelnému sběru dat DPZ v kosmickém prostoru se donedávna využívaly **pilotované raketoplány**.
- Pravidelný sběr dat DPZ v kosmickém prostoru umožňují snímací zařízení umístěná na **družicích**.
- Družice mohou sloužit k pravidelnému a opakovanému záznamu údajů o objektech na zemském povrchu.
- Kromě toho se využívají ke komunikačním účelům, lokalizaci objektů a navigaci (GPS).



DPZ 03



CHARAKTERISTIKY DRUŽIC

Oběžné dráhy

- Jsou přizpůsobeny požadavkům a účelu zařízení, která nesou. Podle toho zemským povrchem



Geostacionární oběžné dráhy

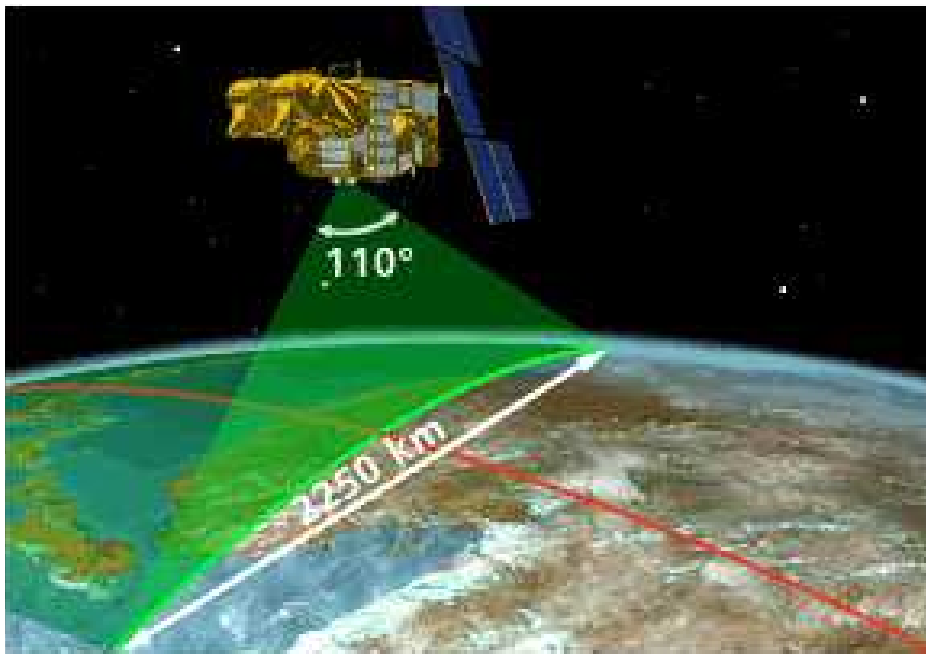
- Některé družice ve velkých výškách (asi 36 000 km) mají rychlost odpovídající rotaci Země a zdánlivě se vůči povrchu Země nepohybují. Družice na takové dráze oběhne Zemi právě za 24 h. Mohou tak získávat kontinuální údaje o specifických oblastech zemského povrchu.
- Na těchto drahách jsou situovány meteorologické a komunikační družice. Některé meteorologické družice tak mohou monitorovat pohyb oblačnosti nad celou zemskou polokoulí.

Subpolární oběžné dráhy

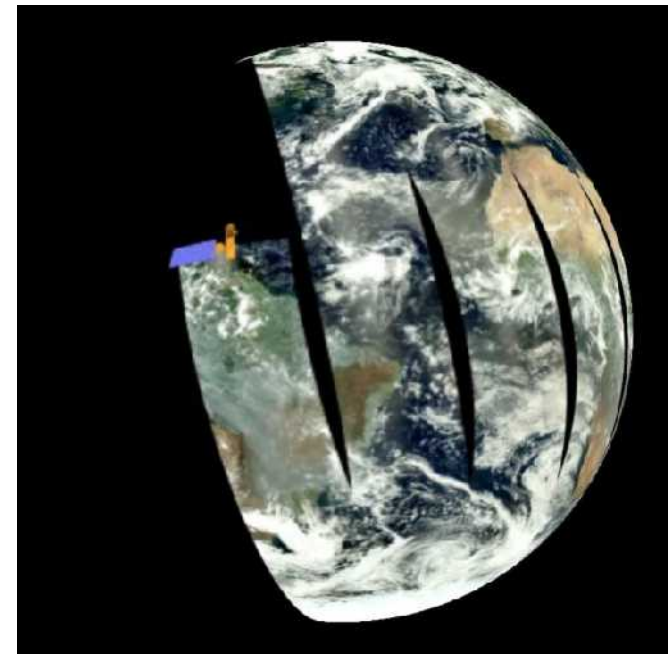
- Družice na těchto drahách se pohybují přibližně ve směru sever-jih. V kombinaci s rotací Země mohou za určitou dobu pokrýt svými snímky celý zemský povrch.
- Většina těchto družic je synchronní se Sluncem. Znamená to, že se pravidelně dostanou nad jakékoli místo nad zemským povrchem v konstantním lokálním čase, který se nazývá lokální sluneční čas.
- To zabezpečuje, že se v případě opakovaného následného snímkování osvětlení objektů a poloha Slunce (za předpokladu stejného ročního období) prakticky nemění.

- **Šířka záběru** (swath)

- Při svém pohybu nad zemským povrchem snímací zařízení družice „vidí“ určitou část zemského povrchu. Tato snímaná plocha se nazývá šířka záběru.
- Zobrazující zařízení na družicích mají šířku záběru od několika desítek metrů po stovky kilometrů.
- Pohyb družice a rotace Země umožňují, že při každém dalším oběhu záznamové zařízení „vidí“ nové plochy.
- Šířka záběru je obvykle v inverzním vztahu k prostorovému rozlišení dat.



DPZ 03



8

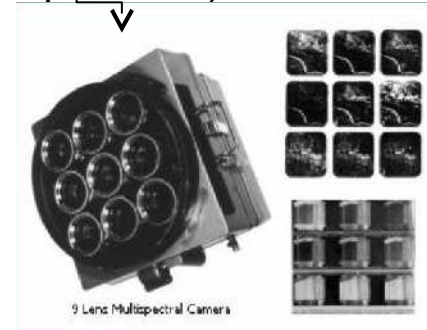
SNÍMACÍ ZAŘÍZENÍ

• Fotografické kamery

- Jsou to snímací systémy, které pořizují v průběhu krátkého časového okamžiku snímky zemského povrchu.
- Kamery jsou pasivní optické systémy, využívající soustavu čoček, která v ohniskové rovině vyváří ostrý obraz skutečnosti.
- Kamery lze využívat na různých typech nosičů, včetně pozemních zařízení, vrtulníků, letadel i kosmických lodí. Detailní snímky z letadel jsou užitečné v mnoha případech, kdy se jedná o identifikaci velmi malých objektů.

• Typy fotografických kamer

- Řadové – jednoobjektivové a víceobjektivové (multispektrální)
- Štěrbínové
- Panoramatické
- Digitální

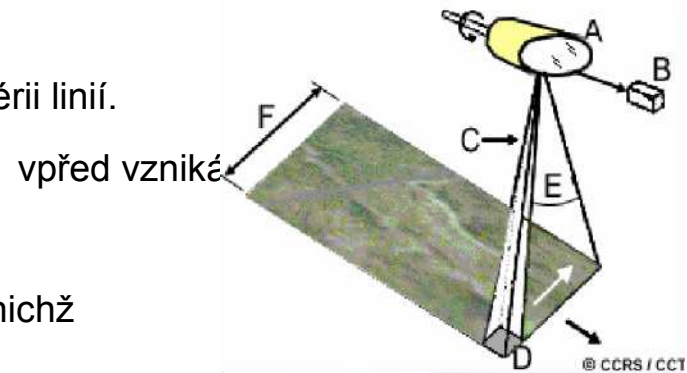


Scanner

- Scanner je snímací zařízení, které vytváří obrazový záznam. Měřícím prvkem přístroje je **radiometr**.
- Zemský povrch se snímá po částech (obrazových prvcích).
- U **multispektrálních** scannerů se dopadající záření dělí do několika spektrálních komponent, které se zaznamenávají odděleně. Systém vnitřních detektorů zaznamenává příslušné úrovně záření podle stanovených spektrálních pásem.

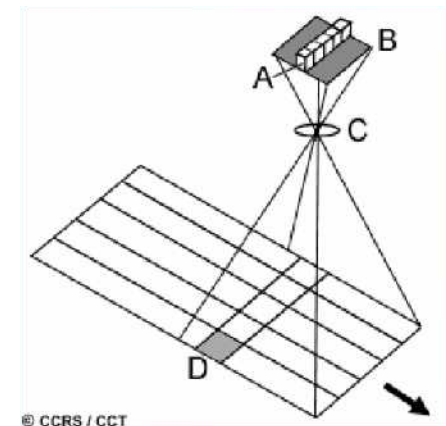
Příčné scannery (across-track scanners)

- Zaznamenávají data o zemském povrchu jako sérii linií. orientovány pravouhle ke směru pohybu **rotační zrcadlo**. Pohybem nosiče zemského povrchu.



Podélné scannery (pushbroom scanners)

- Nahrazují pohyblivé zrcadlo polem detektorů, z nichž každý zaznamenává energii odpovídající jedné pozemní buňce daného prostorového rozlišení.
- Pro každé spektrální pásmo existuje rozdílné lineární pole detektorů. Velikost detektorů a jim odpovídající okamžité pole záběru (Instantaneous Field of View, IFOV) určují prostorové rozlišení systému.
- U každé scannované linie se elektronicky detekuje energie dopadající na jednotlivé snímače a digitálně se zaznamenává.
- SPOT



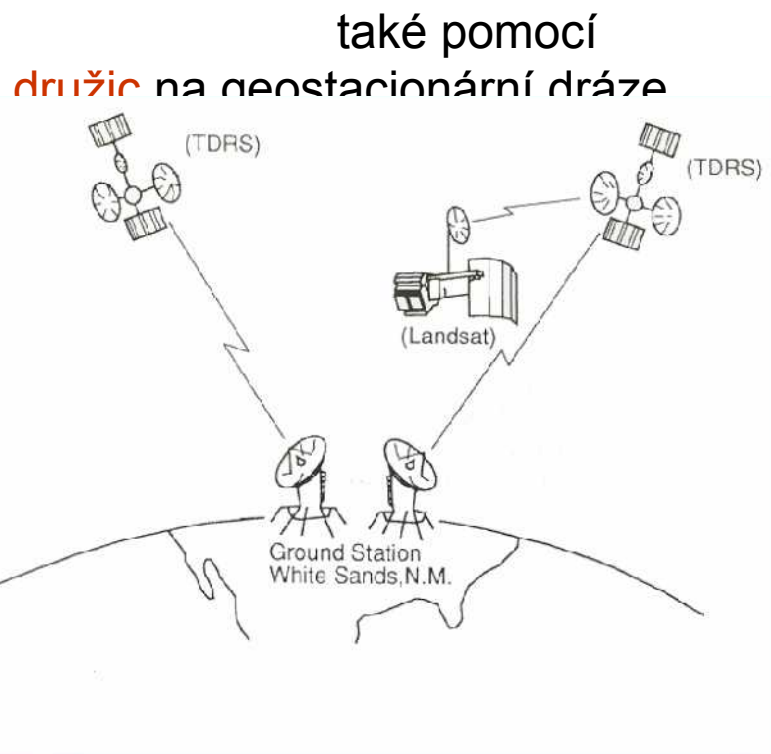
Přenos dat

- Snímková data získaná leteckým průzkumem lze předat k dalšímu zpracování po přistání letadla. Avšak lze použít i elektronický přenos v případě, že je nutné, aby se data dostala na zemský povrch co nejdříve.
- Data z družicových nosičů se přenášejí pouze elektronicky, protože družice zůstávají na oběžné dráze po celý čas své operační životnosti.
- Data vysílaná družicemi jsou na základě smluvních ujednání přijímána řadou stanic mezinárodních organizací v Evropě, Americe, Africe i Asii.

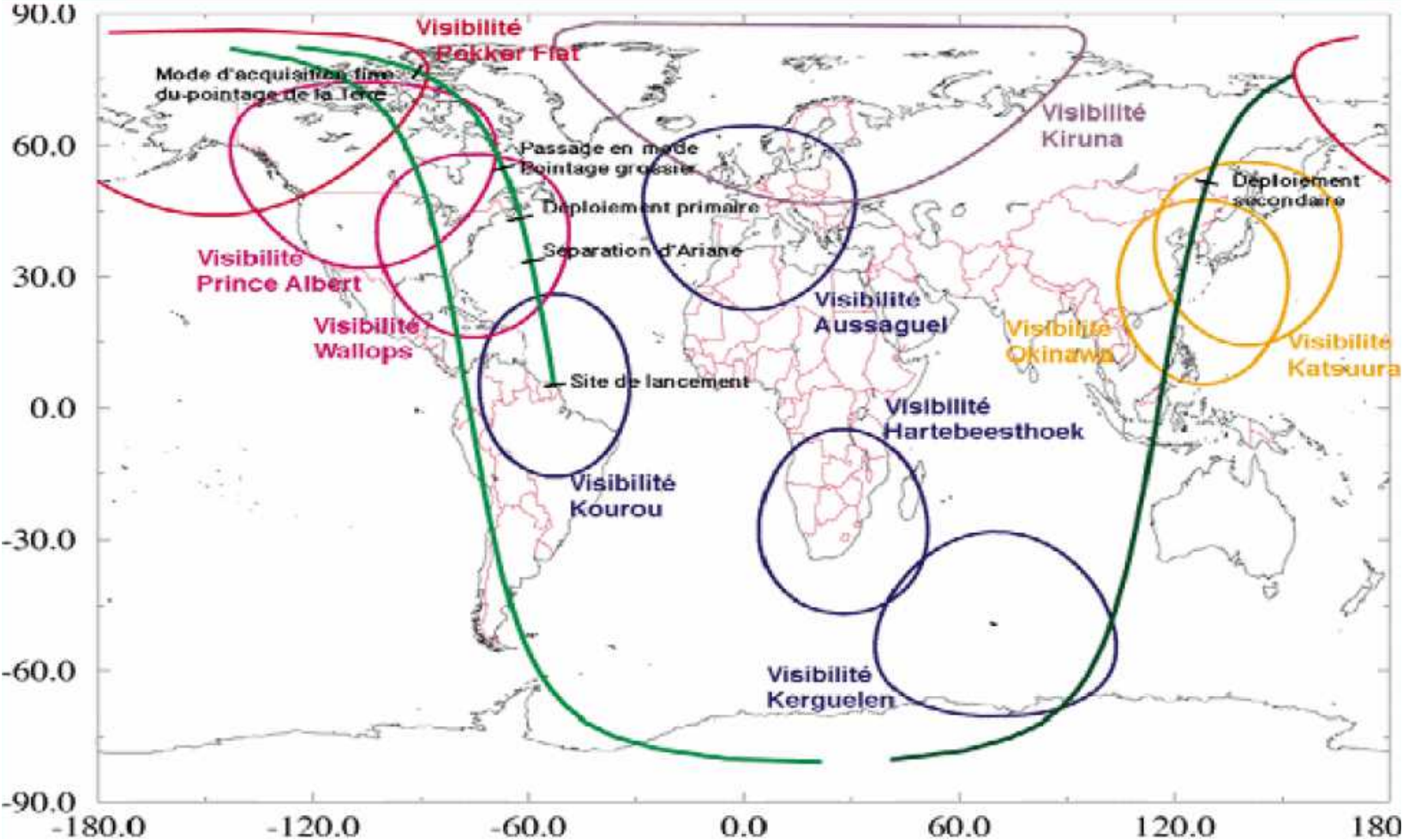
Pro přenos dat z družic na zemský povrch existují tři hlavní způsoby:

- **Přímo**, je-li družice v přímém dosahu pozemní přijímací stanice (GRS, Ground Receiving Station).
- Data jsou nejprve ukládána na **záznamové zařízení na palubě** družice a k přenosu dochází později. (Systém MDR – Mission Data Recorder)
- Data lze na přijímací stanice přenášet systémem **komunikačních**

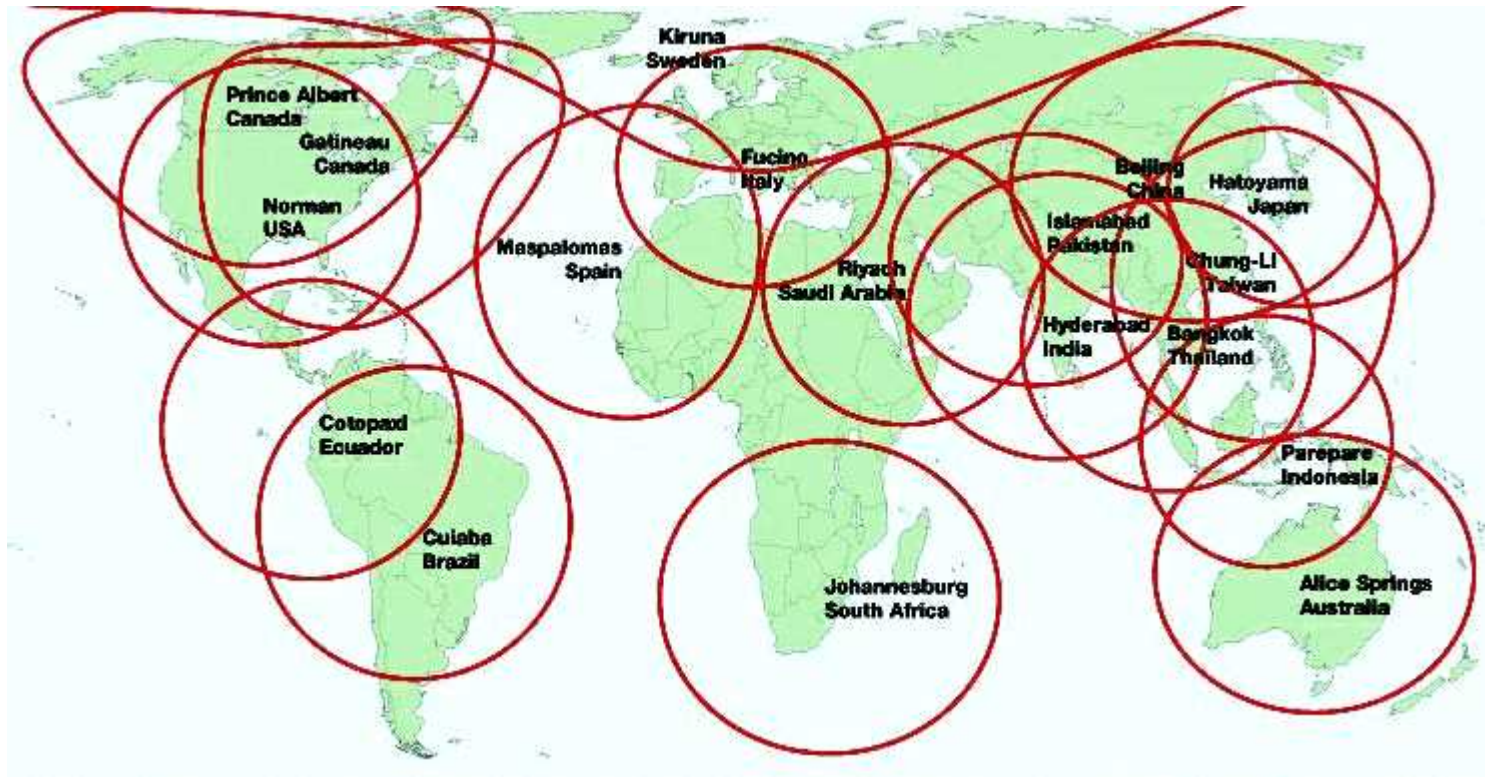
Přenos dat může prok
komunikačních družic, dokud
pozemní přijímací
Tracking
and Data



Celý systém pozemních přijímacích stanic družic SPOT



System pozemních přijímacích stanic družic LANDSAT



Přijímací stanice

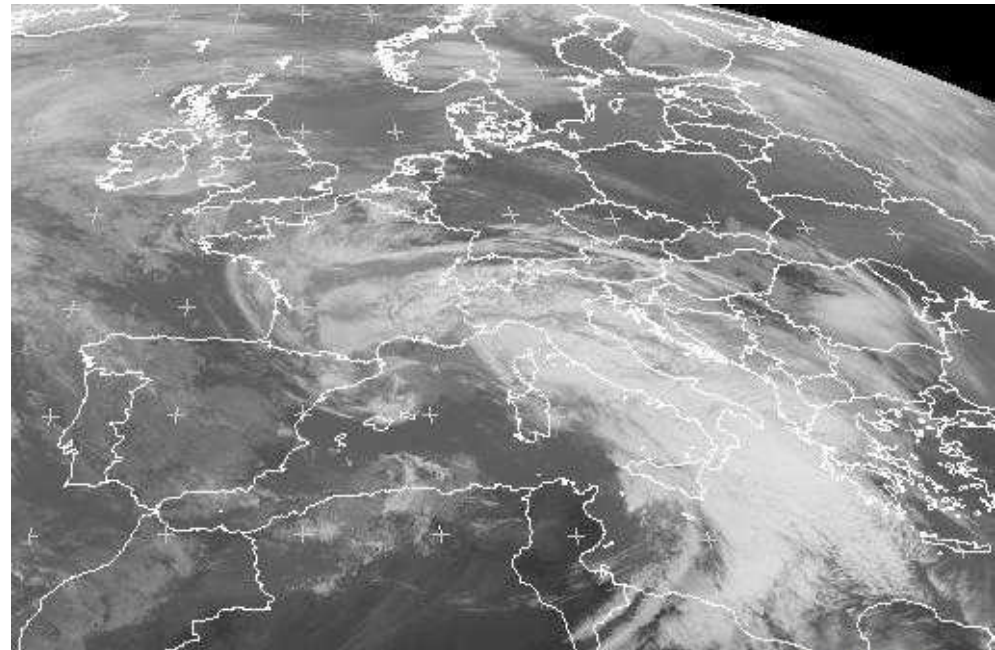
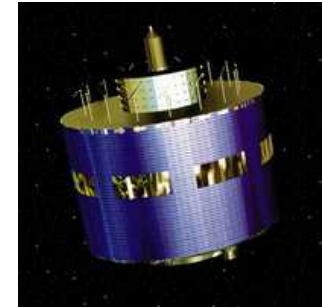
- Přijem zpráv o stavu družice
- Vysílání povelů
- Přijem snímků

METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

Geostacionární

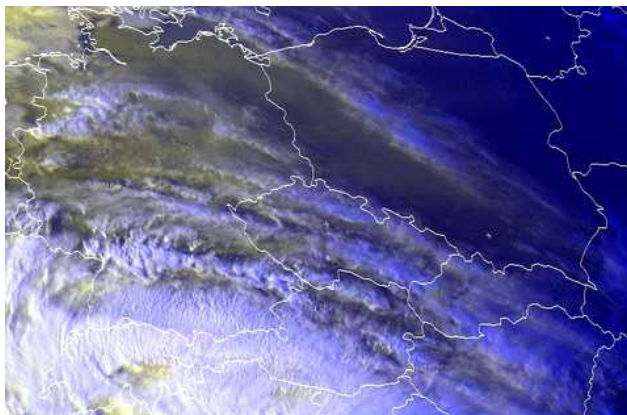
- **METEOSAT**

Západoevropská družice, kterou provozuje EUMETSAT. Systém produkuje snímky každých 30 minut. Snímá ve dvanácti intervalech spektra celou zemskou polokouli. V důsledku šikmého pohledu a větší vzdálenosti je rozlišení pro oblast střední Evropy poněkud horší – přibližně 6 x 9 km pro WV (absorpce vodní páry) a IR pásmo a 3 x 4,5 km pro VIS pásmo.



MET10 IR108 2013-03-06 10:00 UTC

 EUMETSAT

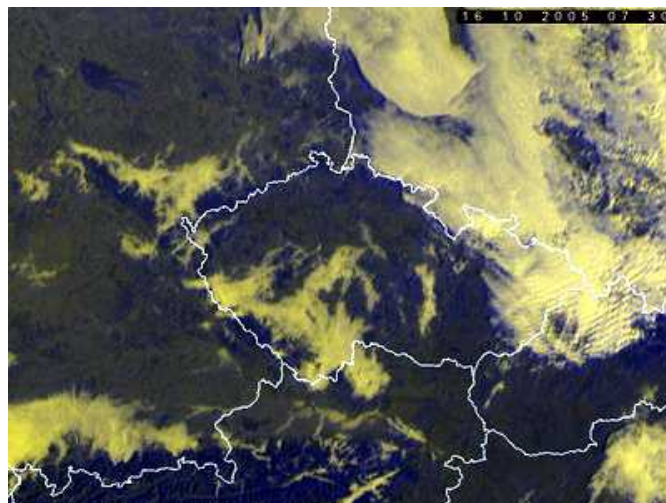
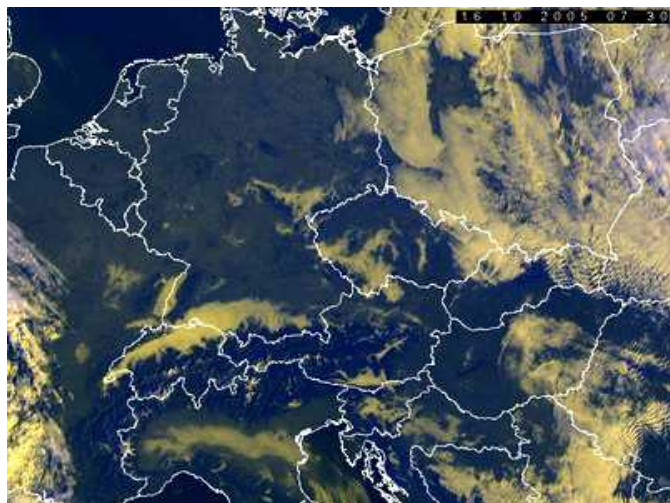
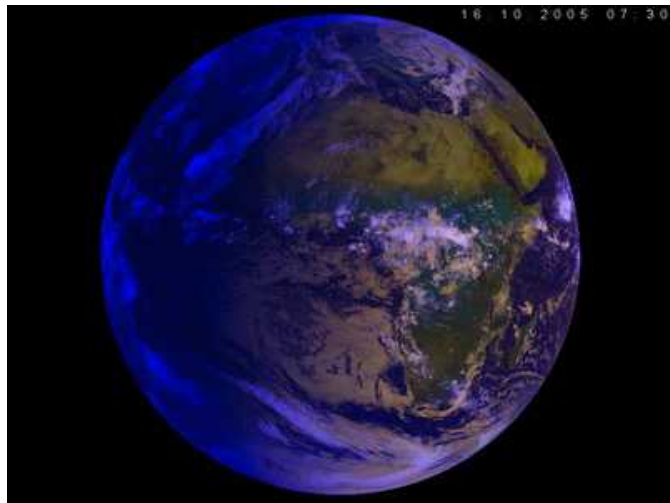


MET10 RGB-12-12-91 2013-03-06 16:00 UTC

 EUMETSAT

METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

- METEOSAT

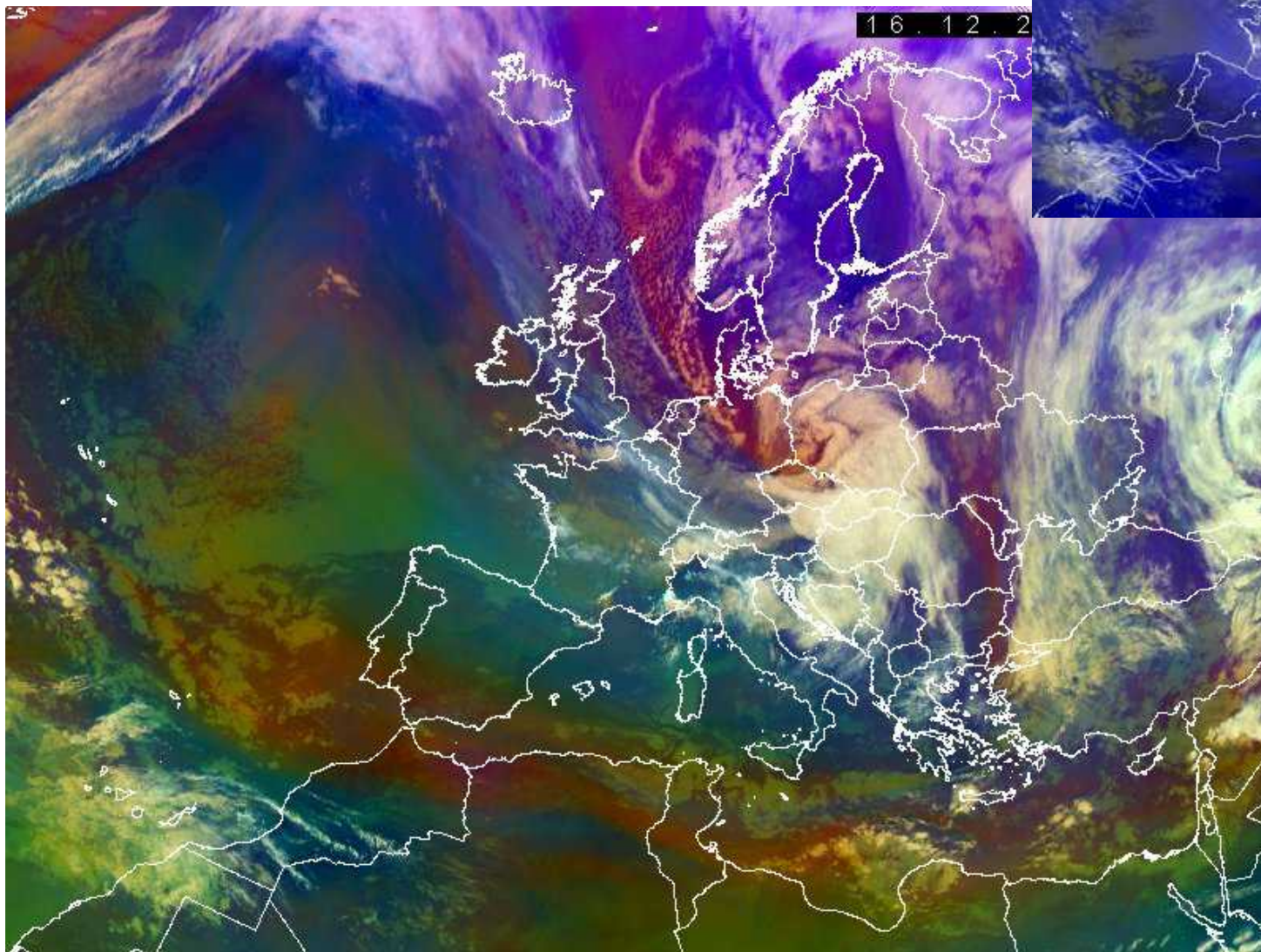


DPZ 03

16

METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

- METEOSAT



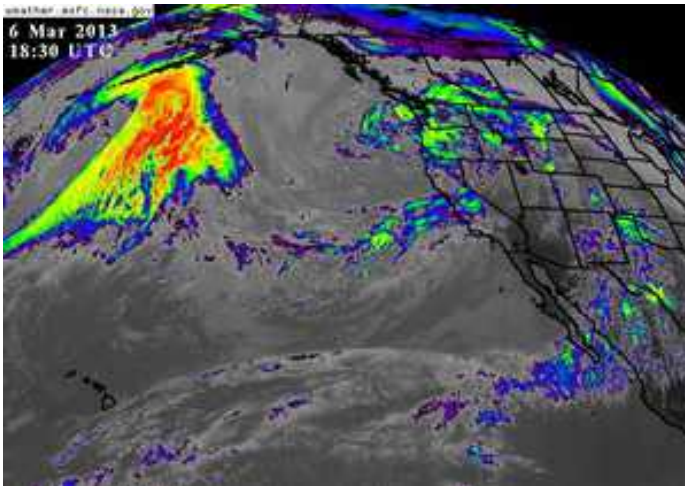
DPZ 03

17

METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

Geostacionární

- GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite)
 - Americká družice provozovaná NASA. Slouží pro získávání kontinuálních meteorologických dat pro americkou národní meteorologickou službu (National Weather Service).
 - Rozlišení v pásmu VIS je 1 km, v pásmech IR a WV 4 km.



METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

Subpolární

- **NOAA**



- Meteorologická družice na subpolární dráze
- Systém družic, které kromě záznamů meteorologických dat poskytují snímky využitelné pro globální mapování.
- Prostorové rozlišení je **1,1 km**, snímáný je pruh území přes **2000 km** široký. Scanner se jmenuje AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) a pořizuje snímky v **pěti** intervalech spektra.
- Kromě snímkování provádí také vertikální sondáž atmosféry a monitorování koncentrace **ozónu**.
- Poslední ze série družic NOAA 19 byla uvedena na oběžnou dráhu 2.6.2009. V současné době poskytují snímky NOAA 15, 16, 17, 18 a 19.
- Ze snímků jsou sestavovány:
 - Tématické mapy základních meteorologických prvků v globálním měřítku pro účely meteorologie a klimatologie (např. SST – Sea Surface Temperature)
 - Mapy základních druhů povrchů
 - Mapy vegetačních indexů NDVI

METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

Subpolární

- **NOAA**



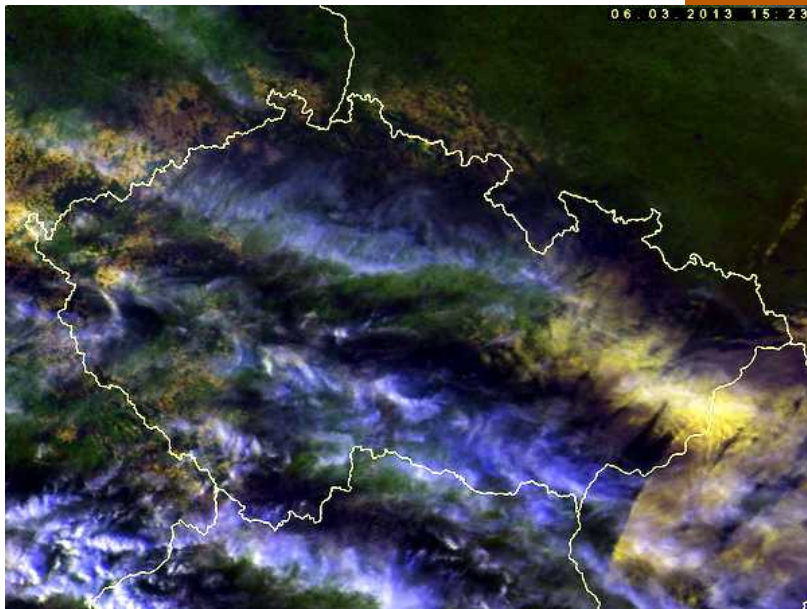
AVHRR/3 Channel Characteristics

Channel Number	Resolution at Nadir	Wavelength (um)	Typical Use
1	1.09 km	0.58 - 0.68	Daytime cloud and surface mapping
2	1.09 km	0.725 - 1.00	Land-water boundaries
3A	1.09 km	1.58 - 1.64	Snow and ice detection
3B	1.09 km	3.55 - 3.93	Night cloud mapping, sea surface temperature
4	1.09 km	10.30 - 11.30	Night cloud mapping, sea surface temperature
5	1.09 km	11.50 - 12.50	Sea surface temperature

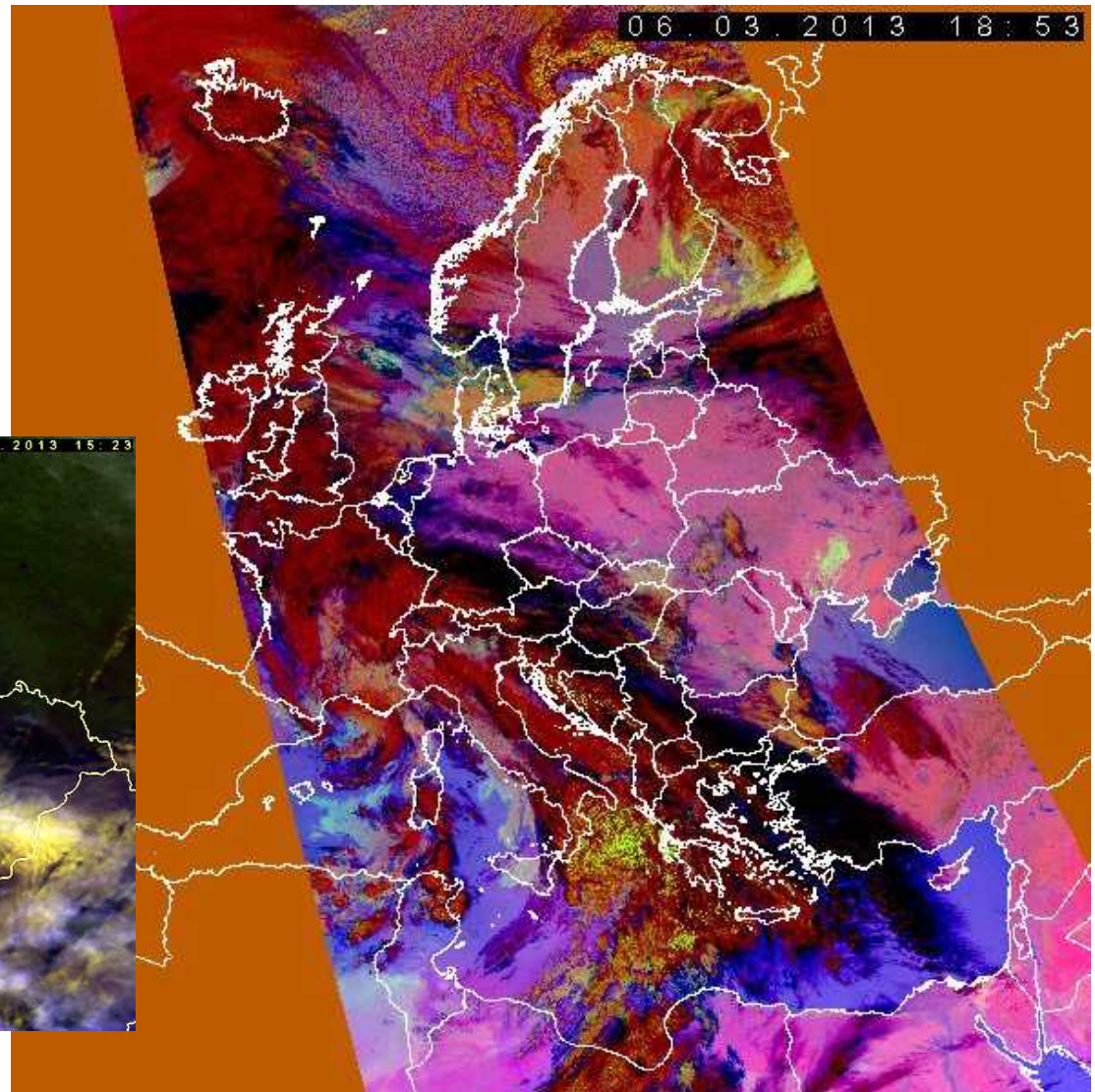
METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

Subpolární

- NOAA



DPZ 03



21

DRUŽICE PRO PRŮZKUM PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ

- Družice pro průzkum přírodních zdrojů se pohybují ve výšce 400 – 900 km, obvykle na heliosynchronní dráze.



LANDSAT

- První z amerických družic série Landsat (NASA) byla vypuštěna předposlední – Landsat 7 – roku 1999.
- Snímací zařízení na palubě těchto družic pořídila miliony snímků zemského povrchu. Tyto snímky jsou významným zdrojem informací pro zájemce ze sféry lesnictví, zemědělství, geologie, regionálního plánování, mapování, vzdělávání a nejrůznějších druhů výzkumu, především z hlediska časových změn.
- Jednotlivé družice Landsat se od sebe liší přístrojovým vybavením.
- Landsat 5 a 7 se pohybují ve výšce 705 km se šířkou záběru 183 – 185 km.
- Data jsou ukládána na palubě družice a vysílána na Zemi teprve v dosahu některé z přijímacích stanic.
- Landsat 7 nese zdokonalený snímač tématického mapování ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Snímá **6 optických pásem** (3 VIS a 3 IR) v prostorovém rozlišení 30 m, dále tepelné pásmo (60 m) a panchromatické pásmo (15 m).
- Snímky se používají ke studiu globálních změn, monitorování krajinného krytu a k mapování plošně rozsáhlých území.

DRUŽICE PRO PRŮZKUM PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ

- **LANDSAT**

11. 2. 2013 byl
vynesen na
oběžnou dráhu
Landsat 8 – LDCM
(Landsat Data
Continuity Mission)



DPZ 03

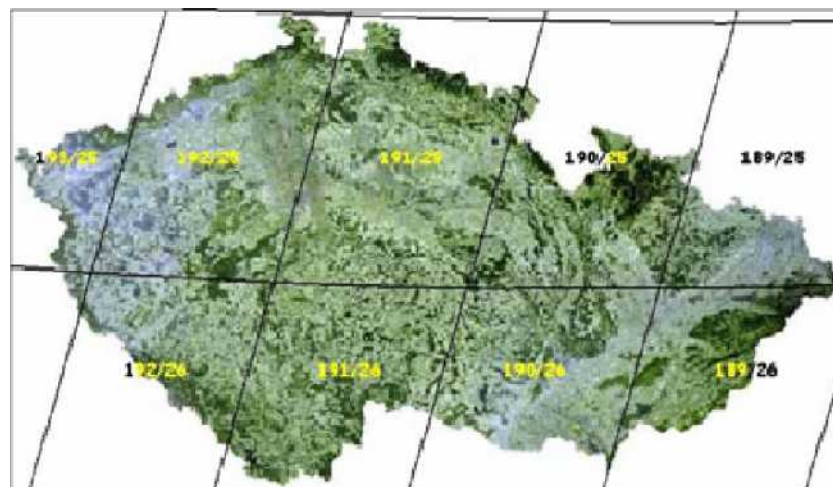


23

· Spektrální pásma snímače tématického mapování (TM) družice Landsat 7

Pásmo	Vlnová délka [μm]	Slovní označení	Hlavní oblasti aplikace
1	0,45-0,52	Modré (B)	Navrženo pro průnik vodou, užitečné pro mapování pobřežních vod, pro rozlišení půdy / vegetace, mapování lesních typů a identifikaci kulturních objektů.
2	0,52-0,60	Zelené (G)	Navrženo k měření vrcholů odrazivosti vegetace. Rozlišení vegetace, odhad vitality. Identifikace kulturních objektů.
3	0,63-0,69	Červené (R)	Navrženo ke snímání pásma absorpce chlorofylu, rozlišování rostlinných druhů. Identifikace kulturních objektů.
4	0,76-0,90	Blízké infračervené (NIR)	Užitečné pro vymezení vegetačních typů, vitality, množství biomasy, pro vymezení vodních objektů a pro zjišťování vlhkosti půdy.
5	1,55-1,75	Střední infračervené (MIR)	Indikativní pásmo pro obsah vlhkosti ve vegetaci a půdě. Rozlišení sněhu od oblačnosti.
6	10,24-12,5	Termální (TIR)	Analýza vegetačního stresu, zjišťování půdní vlhkosti a pro aplikace termálního mapování, znečištění vod a podloží.
7	2,85-2,35	Střední infračervené (MIR)	Rozlišování minerálních a horninových typů. Rovněž citlivé k obsahu vlhkosti ve vegetaci.

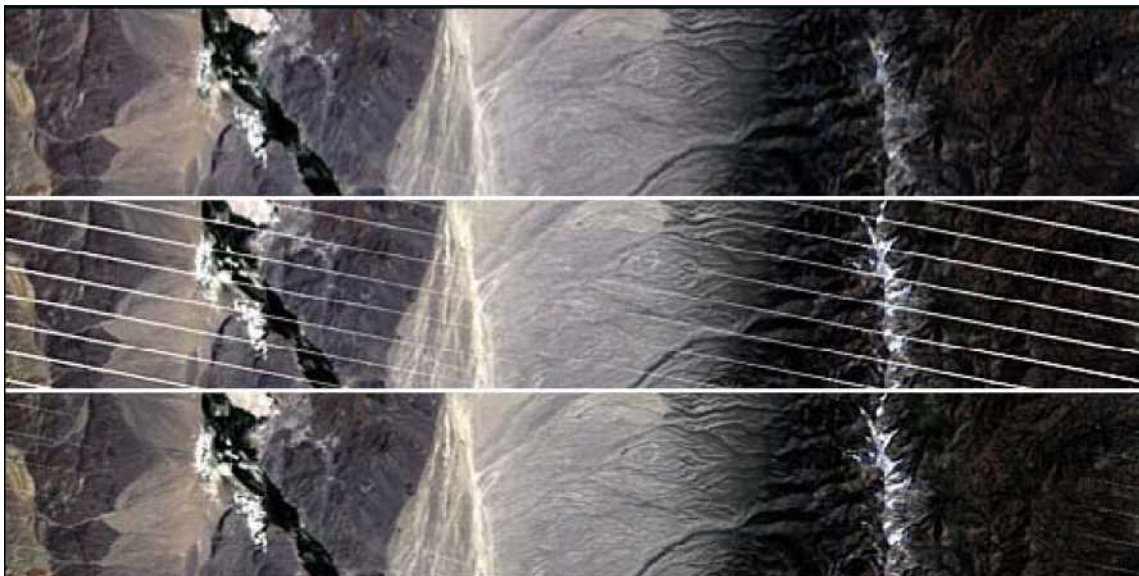
- Záznam surových dat družice se dělí na scény (z nichž teprve vizualizací vznikají snímky) o velikosti cca 185 x 180 km. Lze však zakoupit i poloviční, čtvrtinové a plovoucí scény. Zkreslení způsobená polohou oběžné dráhy vzhledem k Zemi jsou rektifikována před distribucí.
- Scény se označují číslem řady (od východu k západu) a pořadovým číslem v řadě (od severu k jihu).



- Pokrytí ČR scénami Landsat

- Pro klasifikaci vegetace jsou vhodné scény z konce letního období (kdy je ukončen růst asimilačních orgánů a dosud nezačalo jejich přirozené odumírání), které nejsou znehodnoceny oblačností nebo sníženou průhledností atmosféry.
- USGS – archivní snímky Landsat zdarma

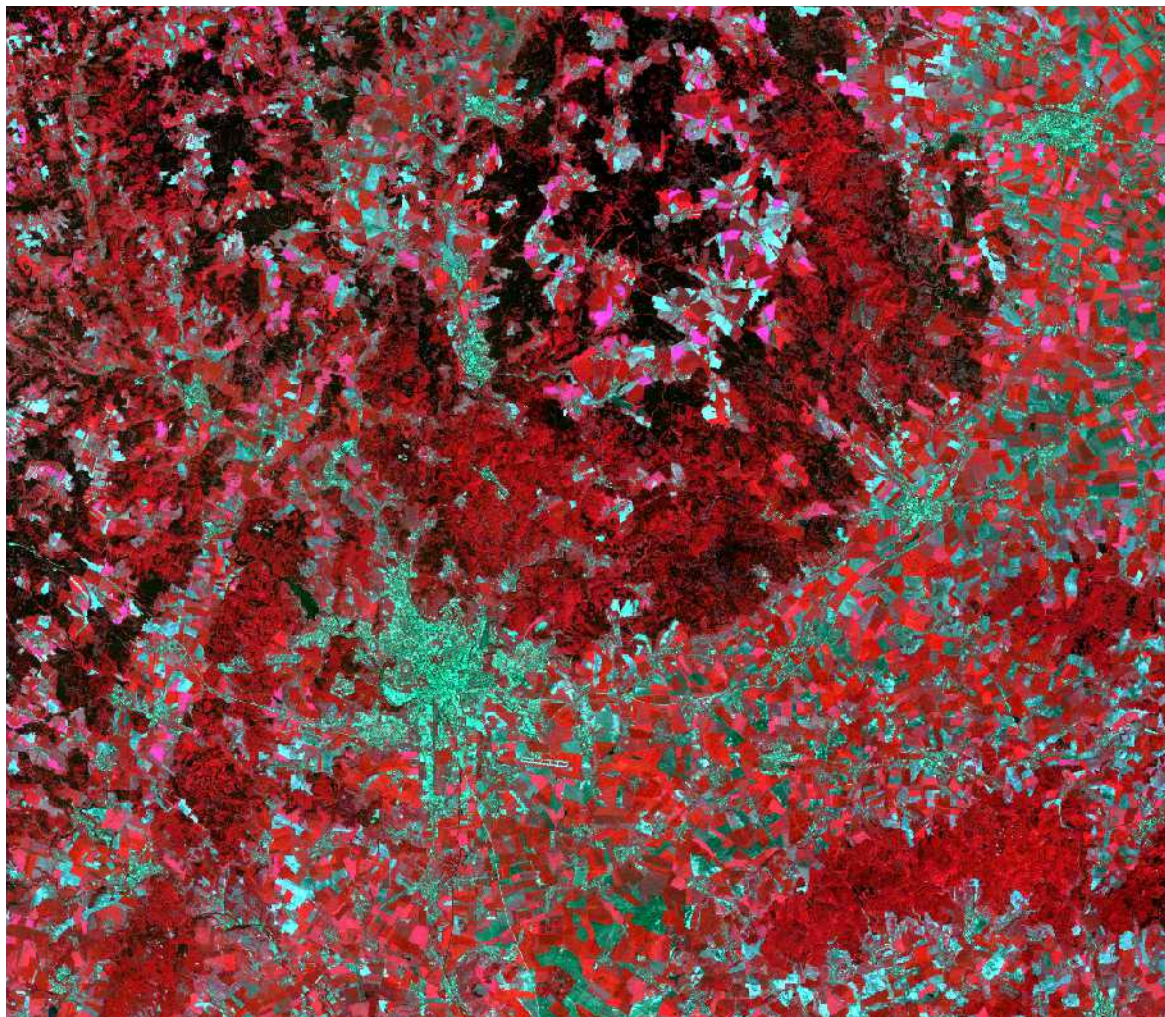
- Na rozdíl od družice Landsat 5, která je od roku 1984 stále v provozu, družice Landsat 7 splnila bez závady jen plánovaných 5 let provozu.
- Na konci května 2003 došlo na senzoru ETM+ k závadě na korekčním mechanismu skenovaných linií (scan line corrector, SLC), který kompenzuje dopředný pohyb družice.
- I při této závadě Landsat 7 může pořizovat obrazová data s vypnutým korektorem, zejména v centrálních částech scén. Pro opravu dat bylo vyvinuto několik interpolačních schémat.



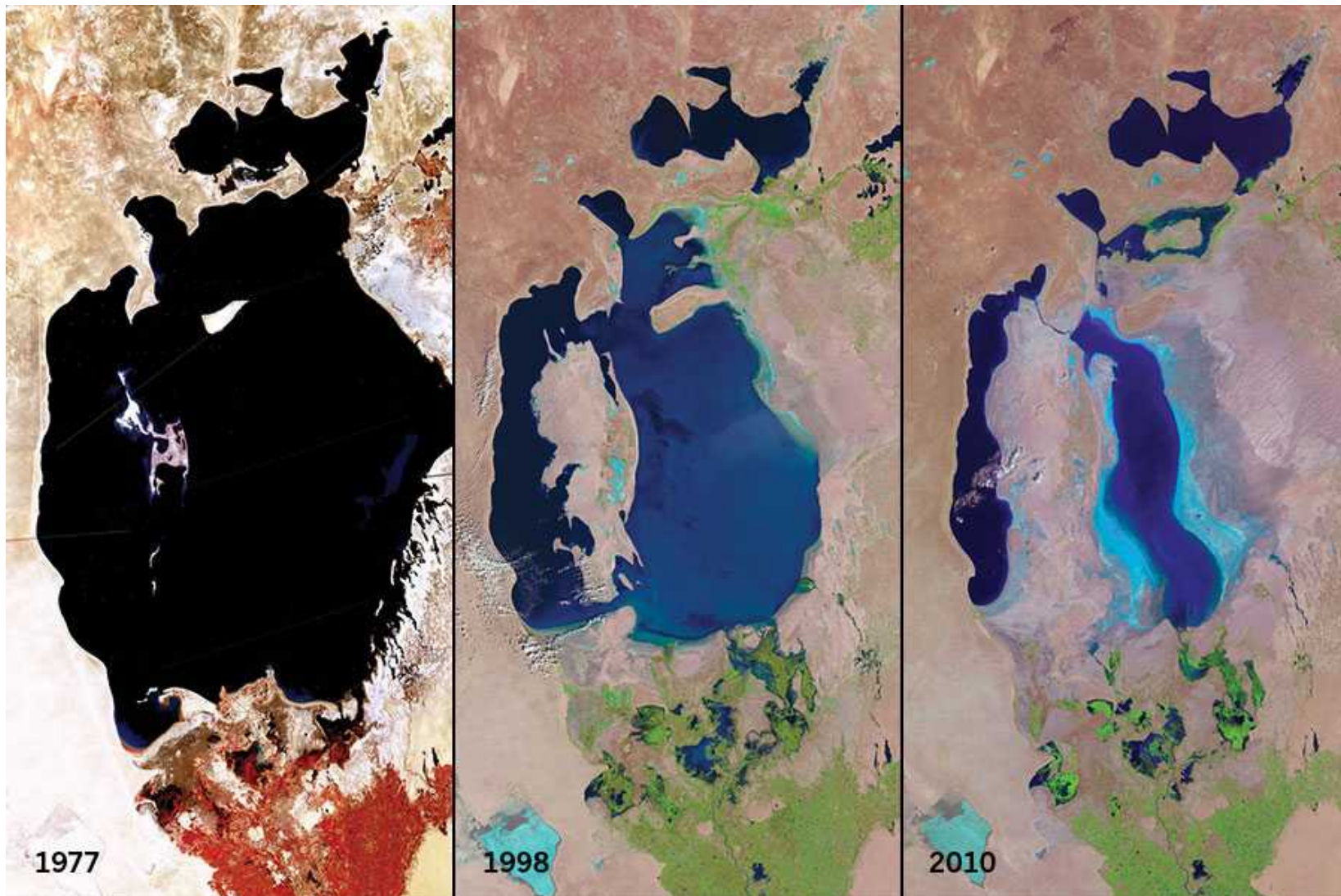
Střed scény před poruchou

Střed scény po poruše

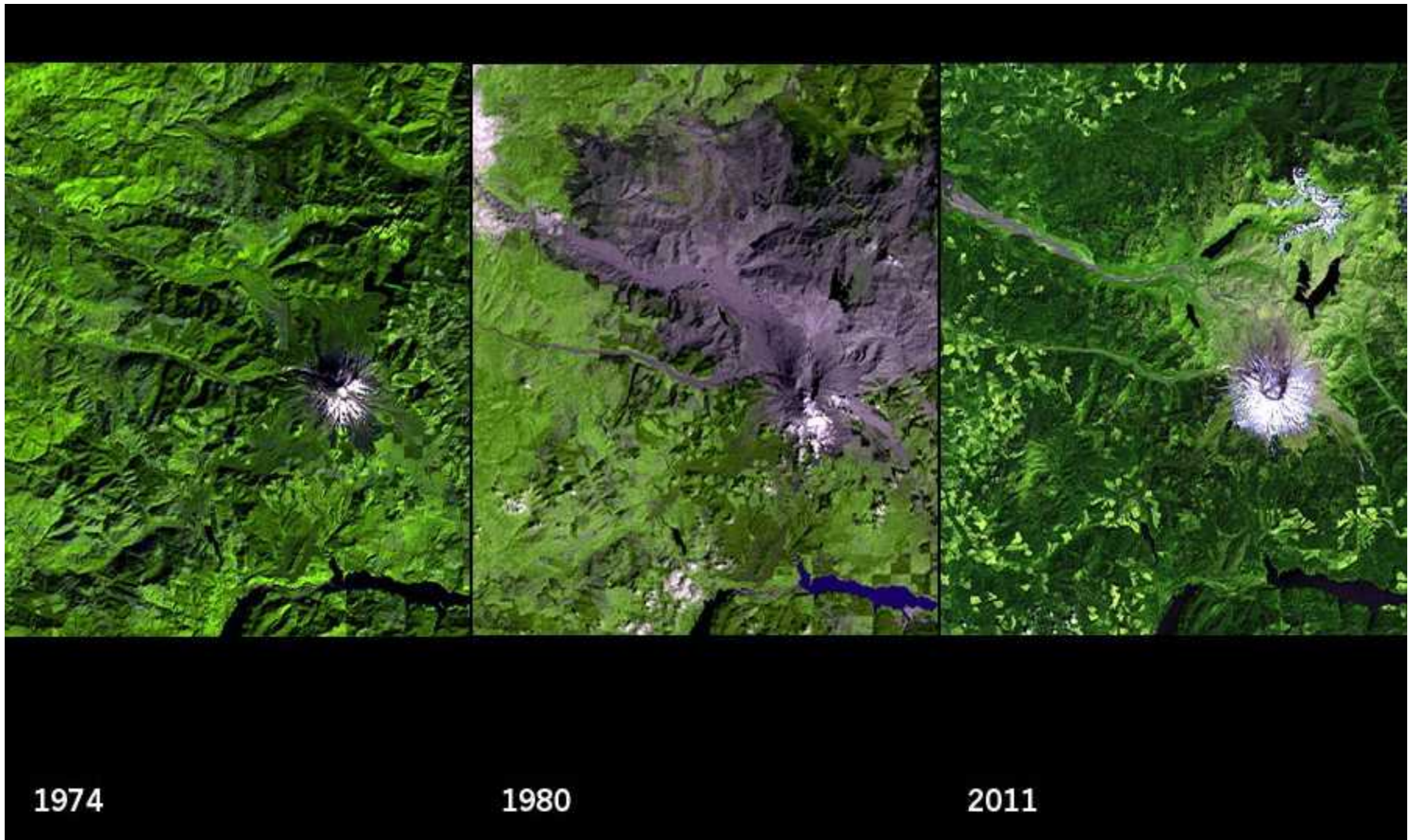
Střed scény po poruše
a po interpolaci



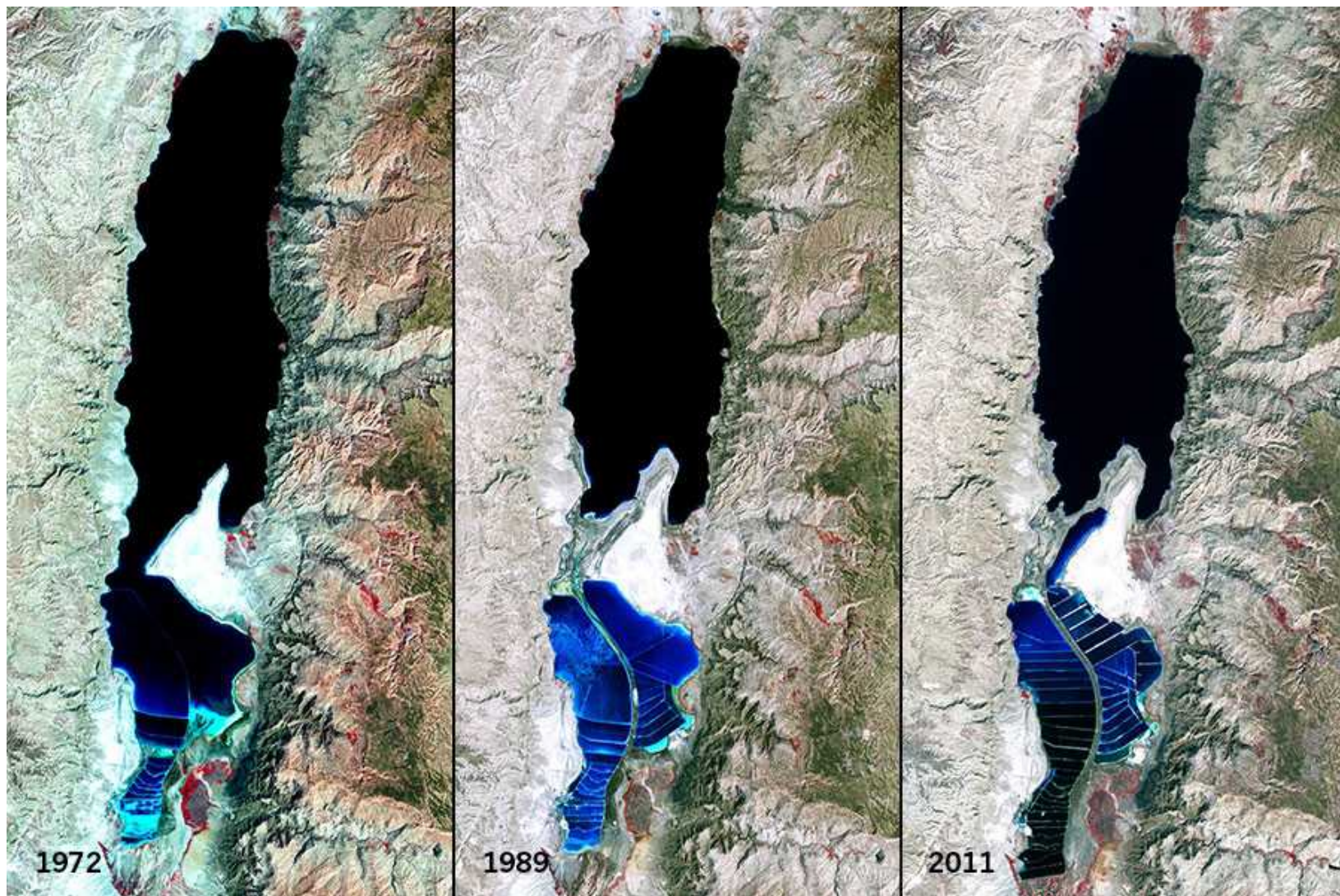
Výřez scény Landsat, zobrazení v nepravých barvách (R=TM4, G=TM3, B=TM2)



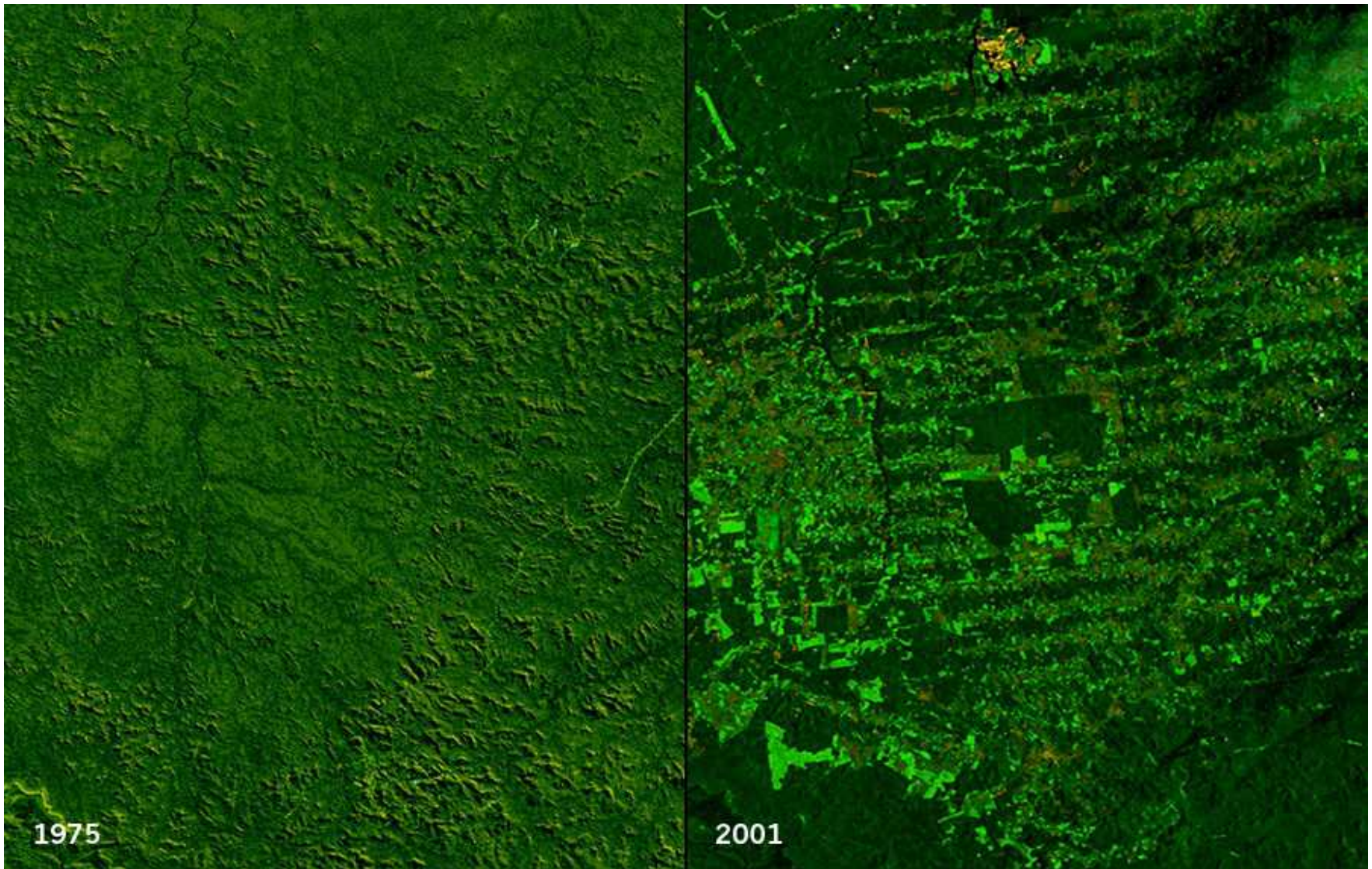
Vysychání Aralského jezera během 33 let.



Následky exploze Svaté Heleny v roce 1980 a obnova lesních porostů



Úbytek Mrtvého moře během 39 let



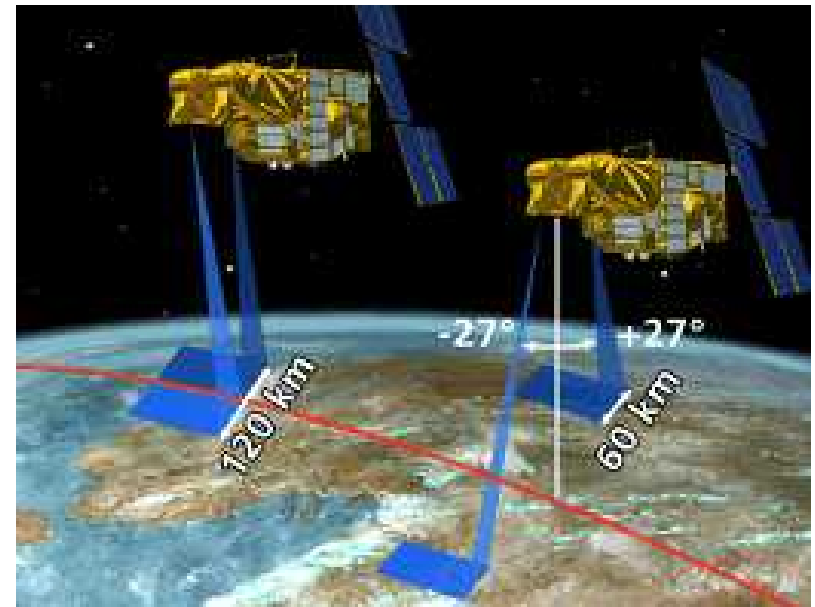
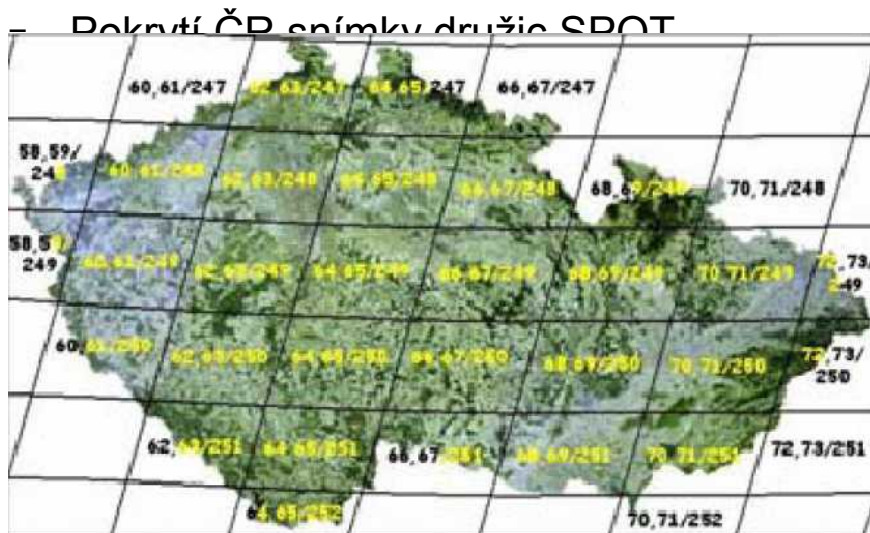
Úbytek Amazonských pralesů během 26 let

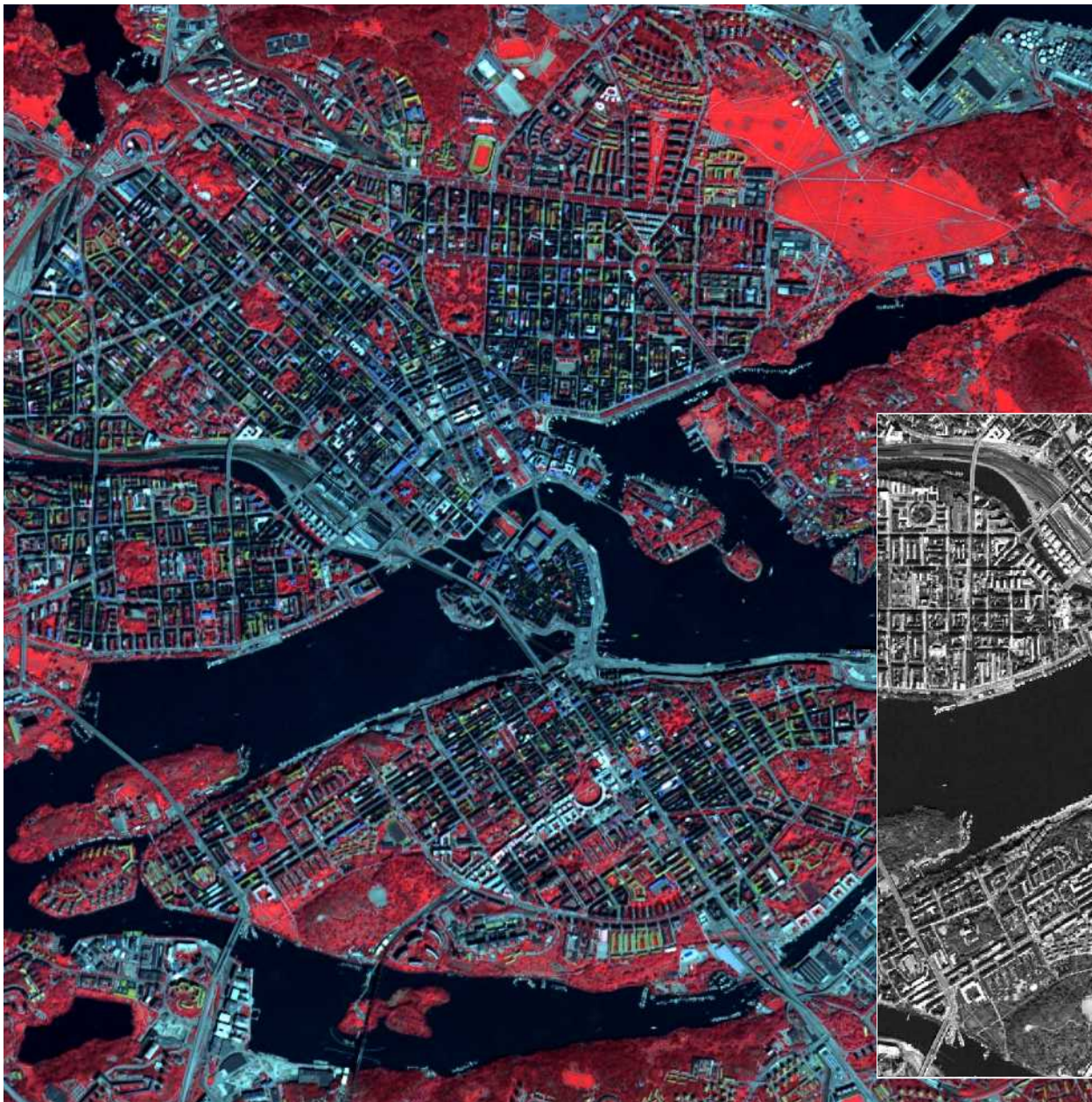
SPOT

- První z francouzských družic SPOT (Système Pour l'Observation de la Terre) francouzského národního centra pro kosmický výzkum (CNES) byla vypuštěna v roce 1986. Poslední – SPOT 6 – byla vynesena na oběžnou dráhu v září 2012.
- SPOT 1 byl první družicí vybavenou podélným scannerem typu pushbroom.
- Nachází se na subpolární heliosynchronní oběžné dráze ve výšce 822 km. Časové rozlišení je 26 dnů. Snímán je pruh o šířce 60 km.
- Na palubě každé družice SPOT jsou dvě snímací zařízení s vysokým prostorovým rozlišením, která mohou pracovat simultánně i nezávisle.
- SPOT 4 disponuje také 2 scannery VEGETATION v prostorovém rozlišení 1,15 km a šířkou záběru 2 250 km, který za 1 den zmapuje celou Zemi.

Družice	Snímací zařízení	Spektrální pásma	Prostorové rozlišení
SPOT 5	HRG (High Resolution Geometry)	PAN, G, R, NIR, SWIR	2,5 m / 5 m 10 m
SPOT 4	HRVIR (High Resolution Visible and InfraRed)	PAN, G, R, NIR, SWIR	10 m 20 m
SPOT 1, 2, 3	HRV (High Resolution Visible)	PAN G, R, NIR	10 m 20 m

- Družice SPOT 5 je vybavena snímači:
 - HRG (Haute Résolution Geometrique), který má šířku záběru 60 km a prostorové rozlišení 10 m (MS), 5 m (PAN) a 2,5 m (PAN-Supermód). Náklon snímačů je v rozmezí $\pm 27^\circ$ za méně než 15 vteřin.
 - HRS (Haute Résolution Steréoscopique) je zařízení pro získávání DMT. Umožňuje quasi-simultánní stereo snímání (vpřed / vzad), má široké pole záběru (120 x 600 km). Vytváří DMT s prostorovým rozlišením 10 m. Výšková přesnost relativní 5 – 10 m.



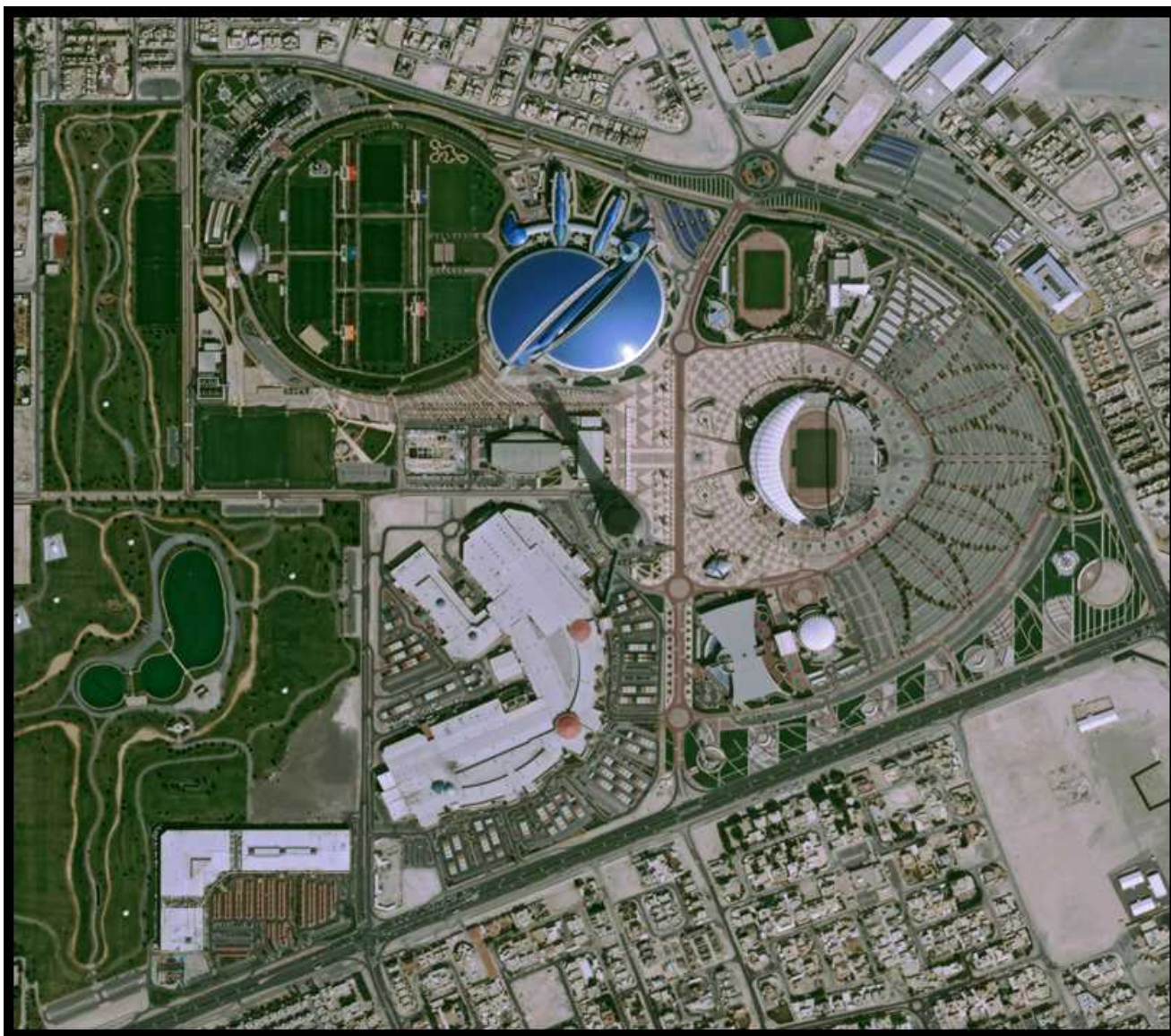


Výřez scény SPOT 5,
zobrazení v nepravých barvách
(družice nemá modré pásmo!)
a panchromatický snímek.



Pléiades HR-1

- První z nových francouzských družic Pléiades-HR-1A byla vynesena na oběžnou dráhu 17. prosince 2011. Komerční snímky začíná pořizovat od poloviny roku 2012. Provozovatel CNES a fr. M. Obrany
- PAN až 0.7 m; MS (R, G, B, NIR) 2 m
- Scéna 20 x 20 km, náklon snímačů ± 30 stupňů, časové rozlišení 26 dnů (případně 5 dnů při náklonu snímačů), oběžná dráha 700 km
- Režim pruhů (rozsáhlé oblasti), koridorový (liniové cíle), Stereo/Tristereo (pro potřeby 3D aplikací, 2-3 úhly záběru), režim stálého dohledu (opakované snímkování stejné oblasti, krizový management)
- 2. prosince 2012 byla vynesena i Pléiades HR-2B, jejíž oběžná fáze bude oproti HR-1 posunuta o 180 stupňů. Tandem pak bude schopen pořizovat snímky z určité oblasti každodenně.

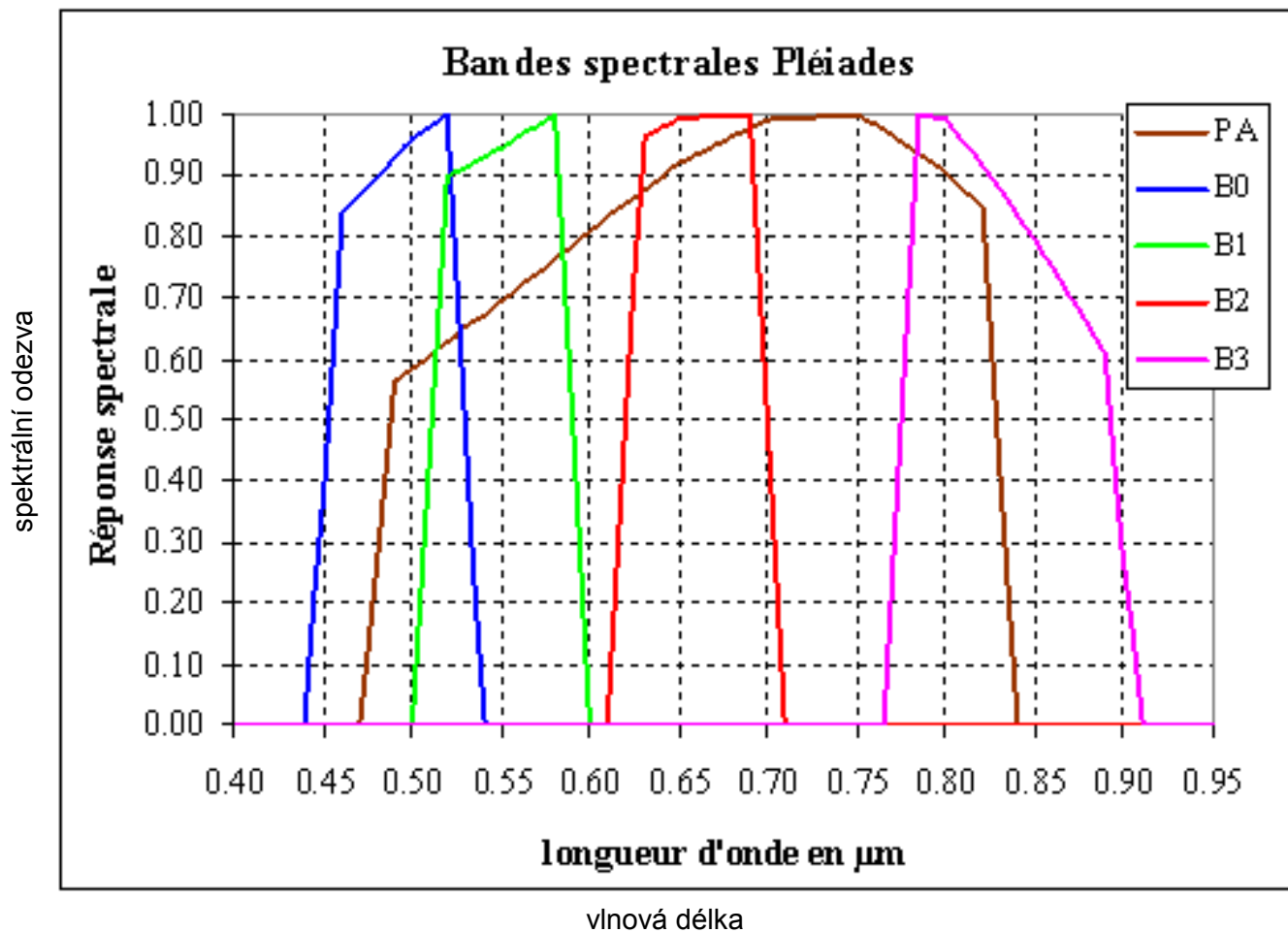


Snímek družice
Pléiades,

pořízený 7. února
2012

(oblast sportovišť
v katarském
Dauhá)

Pásma družice Pléiades



- **Terra** (1999) , **Aqua** (2002), **Aura** (2004)
 - Programu NASA EOS (Earth Observation System) pro sledování změn klimatu a stavu životního prostředí. Je důležitým zdrojem dat pro tvorbu globálních interakčních modelů systémů Země. Ty slouží k predikci globálních změn a k podpoře rozhodování týkajících se ochrany ŽP.
 - Vypuštěny na heliosynchronní oběžnou dráhu.
 - Přístroje na palubě družice Terra:
 - **ASTER** (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometr)
 - MS scanner – 14 pásem, prostorové rozlišení 15 – 90 m, velikost scény 60 x 60 km
 - Využívá se k tvorbě map teploty povrchu a pro výškové modely terénu.
 - **MODIS** (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometr)
 - Zachytí celý povrch Země za 1-2 dny. Šířka záběru je 2 330 km, má 36 spektrálních pásem variabilního prostorového rozlišení (2 pásma 250 m, 5 pásem 500 m, 19 pásem 1000 m).
 - Využívá se pro zkoumání atmosféry a jejích jevů (oblačnost), při studiu uhlíkového cyklu – odhadu obsahu CO₂.
 - **CERES** (Clouds and the Earth's Radiant Energy Systém)
 - Aparatura na měření celkové radiace Země a vlastností oblačných systémů.
 - **MISR** (Multi-angle imaging Spectro-Radiometer)
 - Navržen pro měření směrových charakteristik odrazu slunečního záření od zemského povrchu. Má 9 kamer nastavených v různých úhlech pohledu.
 - **MOPITT** (Measurements of Pollution in the Troposphere)
 - Měřicí zařízení ke studiu spodních vrstev atmosféry, obzvláště interakcí země a oceánu.



MODIS

DPZ 03

39



ASTER
geology

DPZ 03

40

IKONOS

- Ikonos je komerční družice vypuštěná společností Space Imaging v září 1999 (Space Imaging a ORBIMAGE se sloučily do společnosti GeoEye v lednu 2006).
- Jedná se o první komerční družici poskytujících data s velmi vysokým prostorovým rozlišením (VHR – Very High Resolution, < 5 m).
- Parametry:
 - Heliosynchronní oběžná dráha, výška 682 km, přelet nad rovníkem v 10:30 h.
 - Snímací zařízení je podélný scanner typu pushbroom s možností náklonu podél i napříč trasy letu.
 - Šířka záběru 11 km
 - Časové rozlišení 11 dní (1-3 dny při šikmých záběrech)
 - Radiometrické rozlišení 11 bitů (8 x lepší než Landsat TM nebo SPOT)

Pásmo	Vlnová délka [μm]	Prostorové rozlišení [m]
Modré (B)	0,45-0,52	4
Zelené (G)	0,51-0,60	4
Červené (R)	0,63-0,70	4
Blízké infračervené (NIR)	0,76-0,85	4
Panchromatické (PAN)	0,45-0,90	1





Výřez scény IKONOS,
panchromatický snímek a
zobrazení v pravých barvách.



• QuickBird

- QuickBird je komerční družice společnosti Digital Globe vypuštěná v říjnu 2001.
- Parametry:
 - Heliosynchronní oběžná dráha, výška 450 km, přelet nad rovníkem v 10:30 h.
 - Snímací zařízení je podélný scanner typu pushbroom s možností náklonu podél i napříč trasy letu.
 - Šířka záběru 16,5 km
 - Časové rozlišení 1-5 dní, včetně šikmých záběrů
 - Radiometrické rozlišení 11 bitů

Pásmo	Vlnová délka [μm]	Prostorové rozlišení [m]
Modré (B)	0,45-0,52	2,40
Zelené (G)	0,52-0,60	2,40
Červené (R)	0,63-0,69	2,40
Blízké infračervené (NIR)	0,76-0,90	2,40
Panchromatické (PAN)	0,45-0,90	0,60





Výřez scény QuickBird,
zobrazení v pravých a
nepravých barvách.

OrbView

- Systém OrbView je tvořen třemi družicemi, poslední OrbView-3 byla vypuštěna v červnu 2003. Patří společnosti GeoEye.
- Svými parametry je velice podobná družici Ikonos.
- Parametry:
 - Heliosynchronní oběžná dráha, výška 470 km, přelet nad rovníkem v 10:30 h.
 - Snímací zařízení je podélný scanner typu pushbroom s možností náklonu podél i napříč trasy letu.
 - Šířka záběru 8 km
 - Časové rozlišení 15 dní
 - Radiometrické rozlišení 11 bitů

Pásmo	Vlnová délka [μm]	Prostorové rozlišení [m]
Modré (B)	0,45-0,52	4
Zelené (G)	0,52-0,60	4
Červené (R)	0,625-0,695	4
Blízké infračervené (NIR)	0,76-0,90	4
Panchromatické (PAN)	0,45-0,90	1

- V únoru 2007 byly zaznamenány problémy s přijímáním dat z družice Orbview-3, dnes jsou nabízena pouze



WorldView-1

- Největší rival společnosti GeoEye – Digital Globe – vypustil svoji družici WorldView-1 v září 2007 na oběžnou dráhu ve výšce 496 km.
- Pořizuje panchromatické snímky s prostorovým rozlišením 50 cm. Šířka záběru je 17,6 x 14 km. Radiometrické rozlišení 11 bitů.

WorldView-2

- Vypuštěna 8. října 2009 na oběžnou dráhu ve výšce 770 km. Je velmi agilní a tedy je schopna během jednoho dne nasnímat velké plochy. Časové rozlišení je 1,1 dne. Radiometrické rozlišení 11 bitů. Šířka záběru 16,4 km.
- 1 PAN pásmo (prostorové rozlišení 0,46 – 0,52 m) a 8 MS pásem (1,8 – 2,4 m)
- PAN snímky jsou pro komerční účely (tzn. mimo vládu USA) převzorkovány na prostorové rozlišení 0,5 m

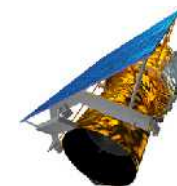
Pásmo	Standardní (μm)	Nová (μm)	
1		Coastal (0,4-0,45)	Vegetace, batymetrie, atmosféra
2	Blue (0,45-0,51)		
3	Green (0,51-0,58)		
4		Yellow (0,585-0,625)	Vegetace, zbarvení snímků v pravých barvách
5	Red (0,63-0,69)		
6		Red Edge (0,705-0,745)	Vegetativní stavy rostlin, vegetativní chlorofyl
7	NIR (0,77-0,925)		



GeoEye-1

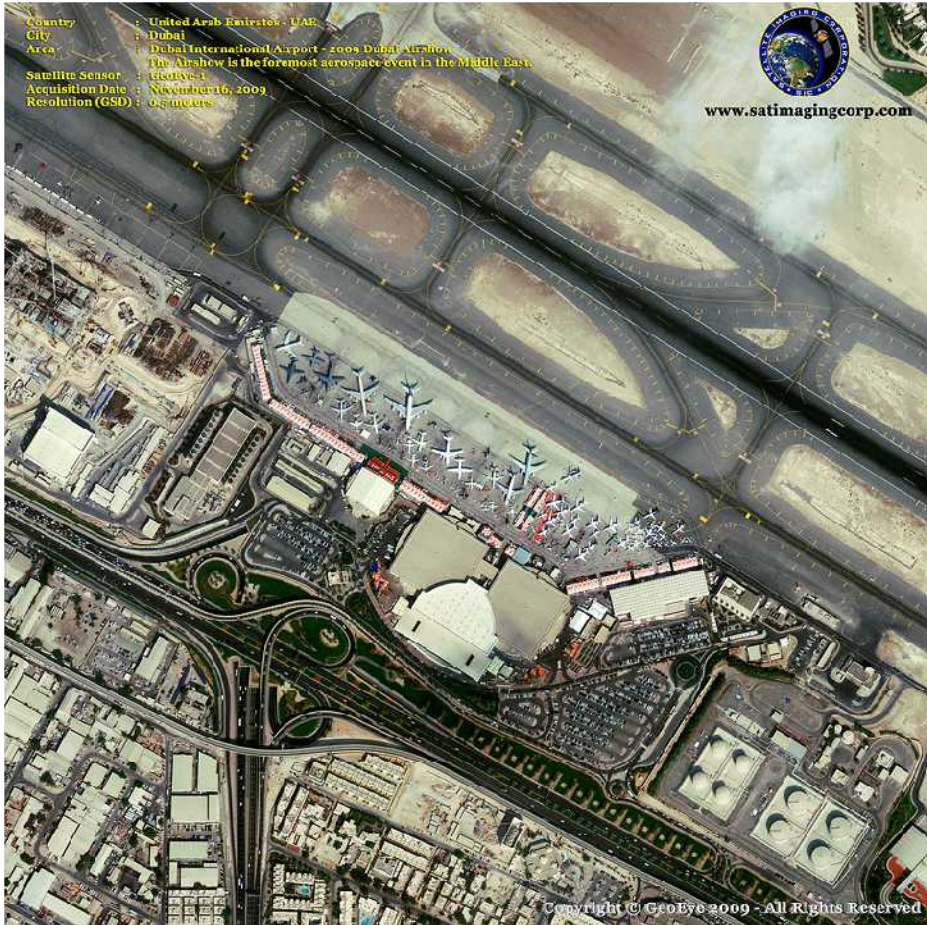
- Tato družice byla vypuštěna 6. září 2008 a je pokračováním řady družic OrbView.
- Parametry:
 - Heliosynchronní oběžná dráha, výška 681 km, přelet nad rovníkem v 10:30 h.
 - Snímací zařízení je podélný scanner typu pushbroom s možností náklonu podél i napříč trasy letu.
 - Šířka záběru 15,2 km. Časové rozlišení 3 dny. Radiometrické rozlišení 11 bitů .

Pásmo	Vlnová délka [μm]	Prostorové rozlišení [m]
Modré (B)	0,45-0,52	1,65
Zelené (G)	0,51-0,60	1,65
Červené (R)	0,625-0,695	1,65
Blízké infračervené (NIR)	0,76-0,90	1,65
Panchromatické (PAN)	0,45-0,90	0,41



- Prostorové rozlišení PAN pásma je sice 41 cm, avšak na příkaz americké armády musí být tato data pro komerční účely převzorkována na 50 cm.

- GeoEye-2 se plánuje s prostorovým rozlišením 34 cm.

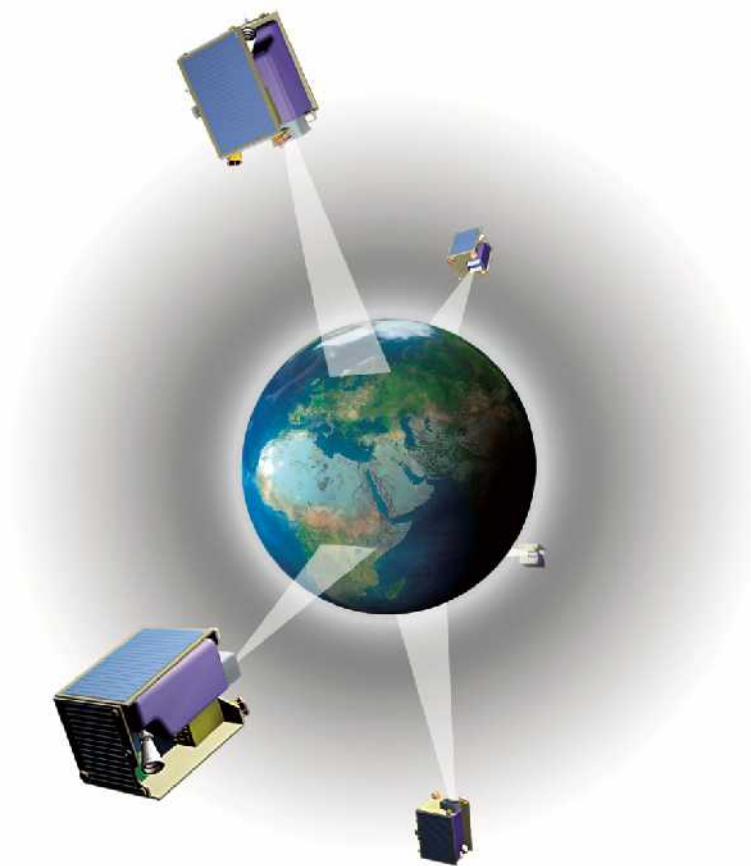


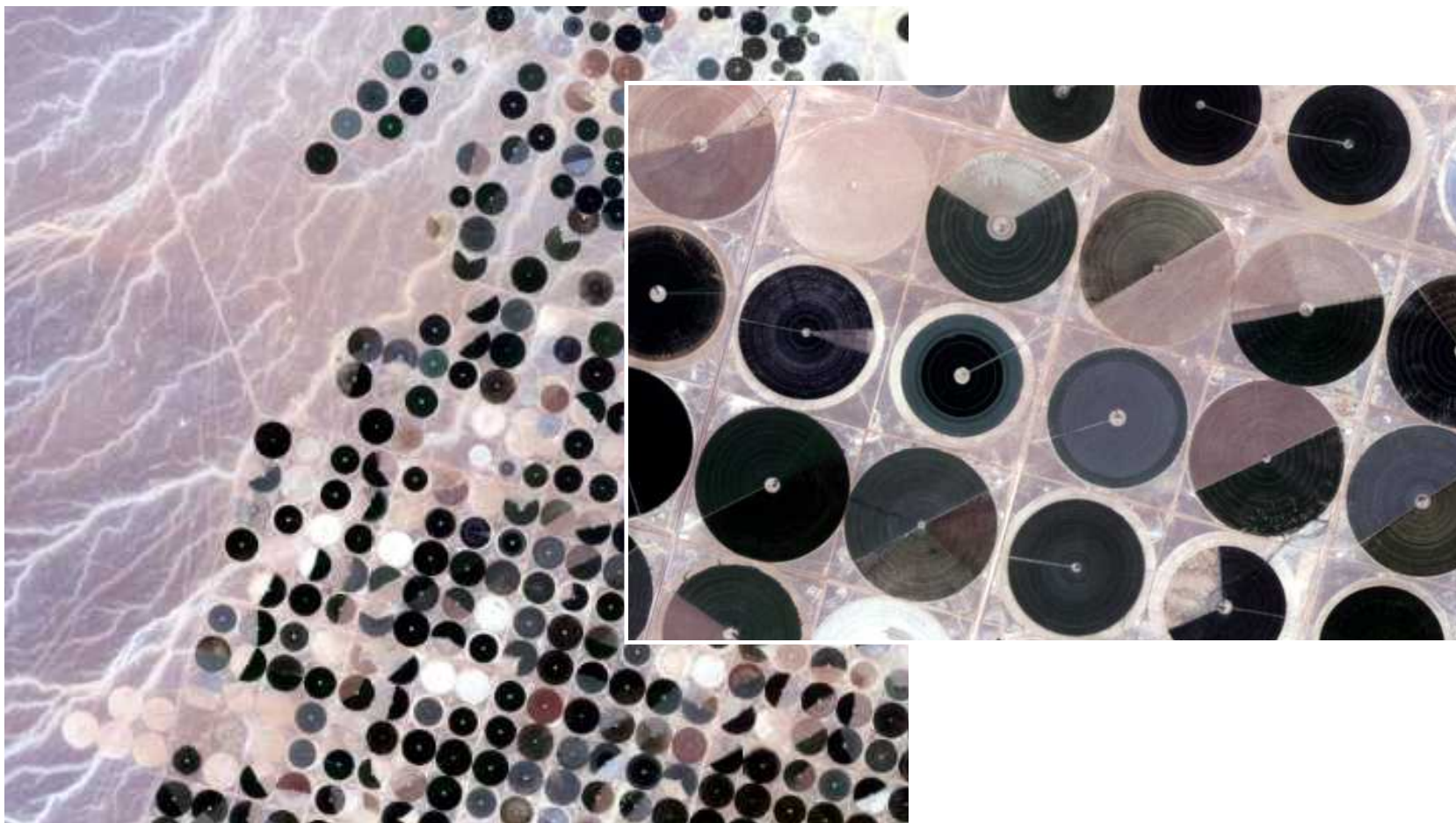
Country : U.S.A.
State : Arizona-Nevada
Location : Hoover Dam
Satellite Sensor : GeoEye-1
Acquisition Date : January 10, 2009
Resolution (GSD) : 0.5m



RapidEye

- Na oběžnou dráhu bylo dne 29.8.2008 vyneseno 5 družic, což dovoluje každodenní snímání vybraného území. Patří společnosti RapidEye AG.
- Prostorové rozlišení:
6,5 m (v nadiru)
- Spektrální rozlišení:
5 pásem (R, G, B, NIR
a Red Edge (690 – 730 nm))





Center pivot irrigated fields in Saudi Arabia acquired by CHOMA (RapidEye 5) March 18, 2009

ALOS

- Japonská společnost JAXA, na oběžnou dráhu vynesena 24.1.2006.
- Nese tři přístroje:
 - PRISM (Panchromatic Remote sensing Instrument for Stereo Mapping): PAN data pro tvorbu DEM – stereoskopická data ze tří samostatných radiometrů. Prostorové rozlišení 2,5 m.
 - AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2): prostorové rozlišení 10 m, spektrální rozlišení 4 pásma (R,G,B, NIR)
 - PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar): prostorové rozlišení 10 m, 20 m, 30 m a 100 m
 - Velikost scény: 70x70 km

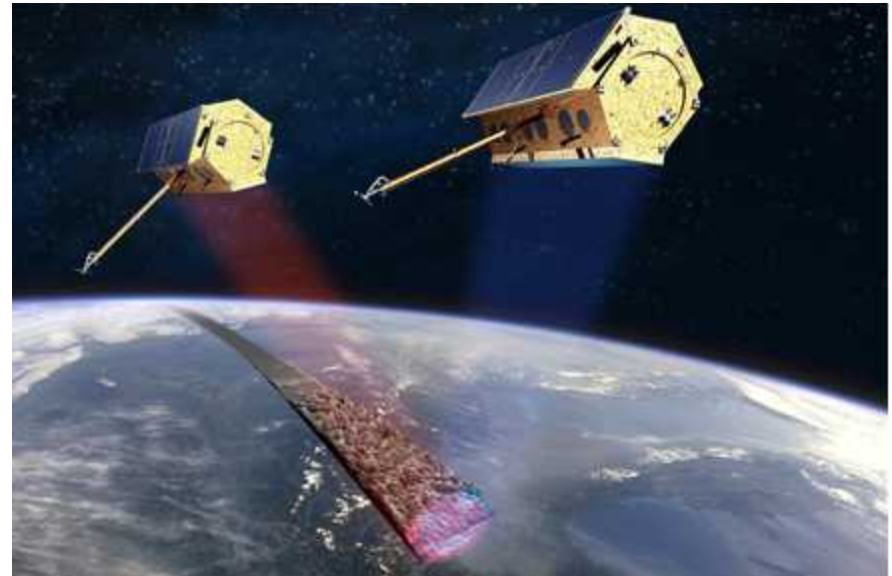


THEOS (Thailand Earth Observation System)

- Družice patří thajské agentuře GISTDA a byla vynesena na oběžnou dráhu 1.10.2008
- Spektrální a prostorové rozlišení:
 - PAN 2 m
 - MS (4 pásma: R,G,B, NIR) 15 m

TanDEM-X

- Vypuštěna 21.6.2010 se přidala k družici TerraSAR-X (2007).
- Jejich letové dráhy jsou těsně za sebou, snímají radarová data, která slouží k vytvoření globálního výškového modelu (2014) s relativní výškovou přesností 2 m a absolutní 10 m.



SENTINEL 1, 2 & 3

- Vesmírný program GMES (Global Monitoring for Environment and Security) evropské vesmírné agentury ESA
- **SENTINEL-1** – zobrazovací radar, start 2012
 - SAR pásmo C
 - Pro monitoring pevniny i oceánů, zvl. environmentální a bezpečnostní pozorování
- **SENTINEL-2** – systém 2 družic, optický scanner, start 2013 a 2015
 - Polární orbit 800 km, synchronní se Sluncem, nafotí celou Zemi za 10 resp. 5 dní
 - MS senzor s 13 pásmy ve VIS a SWIR (443 nm – 2190 nm), radiometrické rozlišení 12 bit, prostorové rozlišení 10, 20 a 60 m, šířka záběru 290 km
 - Zemědělské, lesnické, kalamitní (záplavy, sesuvy, vulkanická činnost..) a humanitární aplikace
 - Navazuje na mise Landsat a Spot, očekávaná funkčnost 7 a čtvrt roku, možnost prodloužení o 5 let
- **SENTINEL-3** – IR informace, start 2013
 - Termální snímky, radarová altimetrie
 - MS snímky s prostorovým rozložením 500 – 1000m
 - Globální monitoring povrchů Země

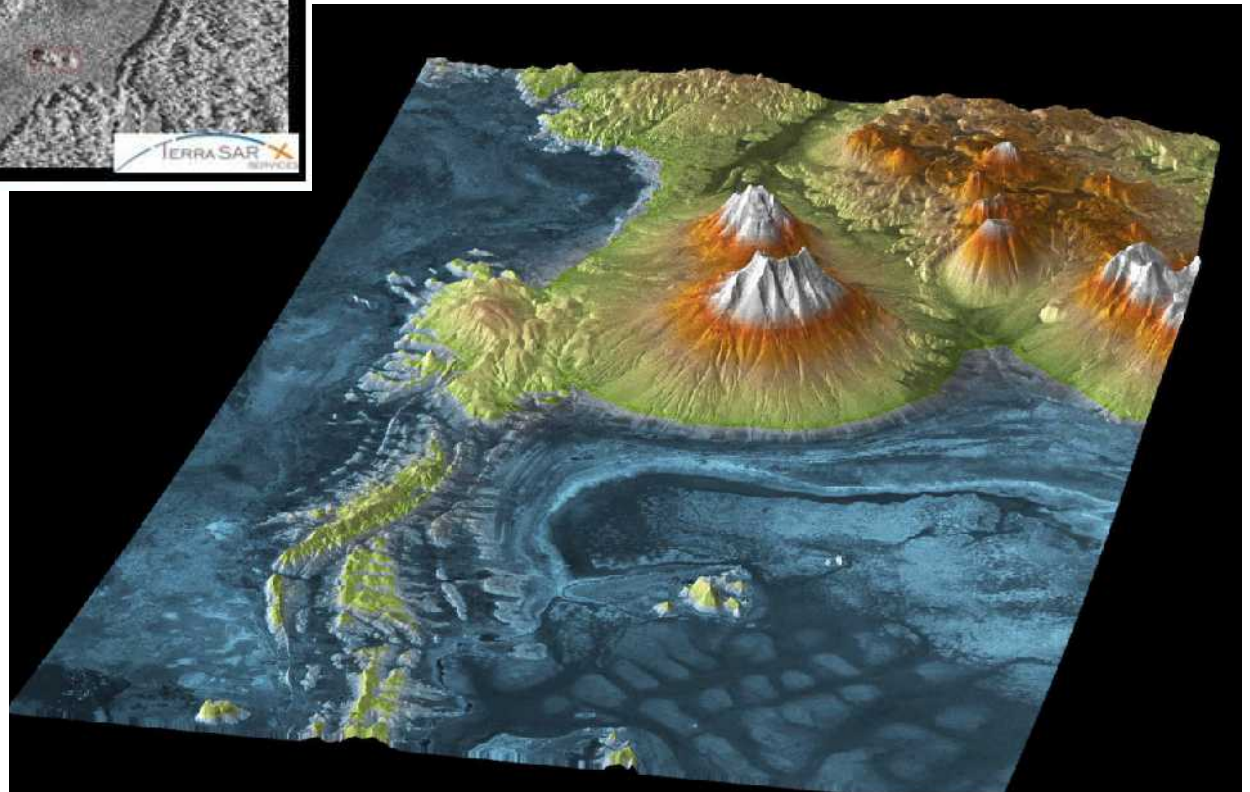
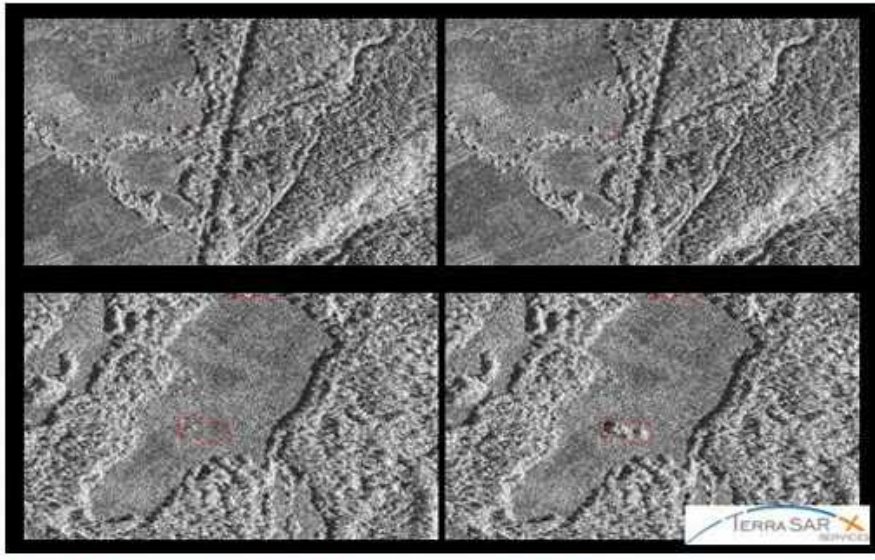
Servisní družice

Firma MDA (MacDonald Deteiler and Associates, Kanada) oznámila úmysl vypustit v roce 2015 unikátní opravárenskou družici.

- The Space Infrastructure Servicing vehicle (SIS)
- Opravy drobných závad na družicích
- Korekce oběžných drah, které se časem kvůli drobným rušivým vlivům samovolně mění
- Nefunkční družice by se samy měly navést do atmosféry, kde shoří, aby ve vesmírném prostoru nezavazely, většinou se tak ale neděje
- Dotankovat palivo ze svých zásob
- Diagnostika poruch a jejich (limitované) opravení
- SIS bude odchyťovat klientské družice robotickou rukou, pomocí svého motoru bude moci změnit oběžnou dráhu, tzn. navést mrtvou družici do atmosféry, případně „odstavnou“ oběžnou dráhu

RADAR

- RAdio Detection And Ranging
- Je **aktivní** zobrazovací zařízení s vlastním zdrojem energie.
- Letecké i družicové radary vyzařují z antény mikrovlnné záření v sériích pulsů. Směr emitovaného záření je kolmý vzhledem k pohybu snímače a šikmý vzhledem k zemskému povrchu. Část energie, která zasáhne objekty na zemském povrchu, se odráží zpět ke snímači. Toto zpětné záření se detekuje a měří se jeho intenzita i časové parametry.
- Doba potřebná k dosažení objektů spolu s dobou návratu odraženého signálu určuje vzdálenost objektů. Na základě velikosti signálu a doby jeho přenosu tam a zpět lze vytvořit trojrozměrný obraz zemského povrchu.
- Díky tomu, že radar pracuje s vlastním zdrojem energie je možno získávat data bez ohledu na denní a roční dobu. Mikrovlnné záření proniká mraky i dešťovými srážkami, což umožňuje získávání dat bez ohledu na počasí.



Volcano Tunupa and the edges of the salt lake "Salar de Uyuni" in Bolivia.

Area of Beichuan, Sichuan Province (China)
TerraSAR-X Radar Map - Post Earthquake Acquisition



TerraSAR-X
StripMap Acquisition

Location of Scene:



Satellite Information

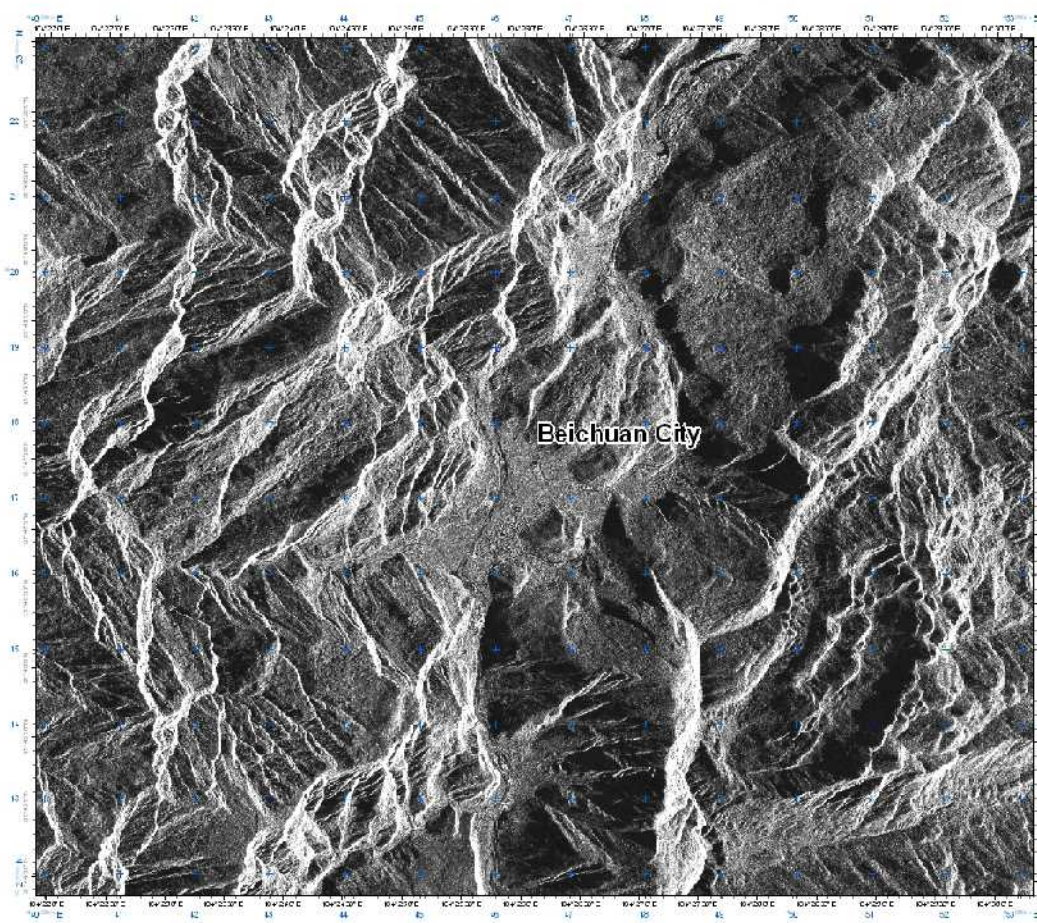
Acquisition date	2008-09-10
Satellite	TerraSAR-X
Imaging Mode	StripMap
Ground Range Resolution	2 m
Polarization	HH
Incidence Angle	41.0° - 44.15°
Pass Direction	Descending
Acquisition Time (start)	23:32:40
Acquisition Time (end)	23:32:58
Product Type	GroundRange/11/azimuth1
Resolution Mode	Spotlight Enhanced
ITD ID	-



Map Projection
Geographic Universal Transverse Mercator
Ellipsoid: WGS 84
Datum: WGS 84
Units: Meter



© infoterra GmbH 2008

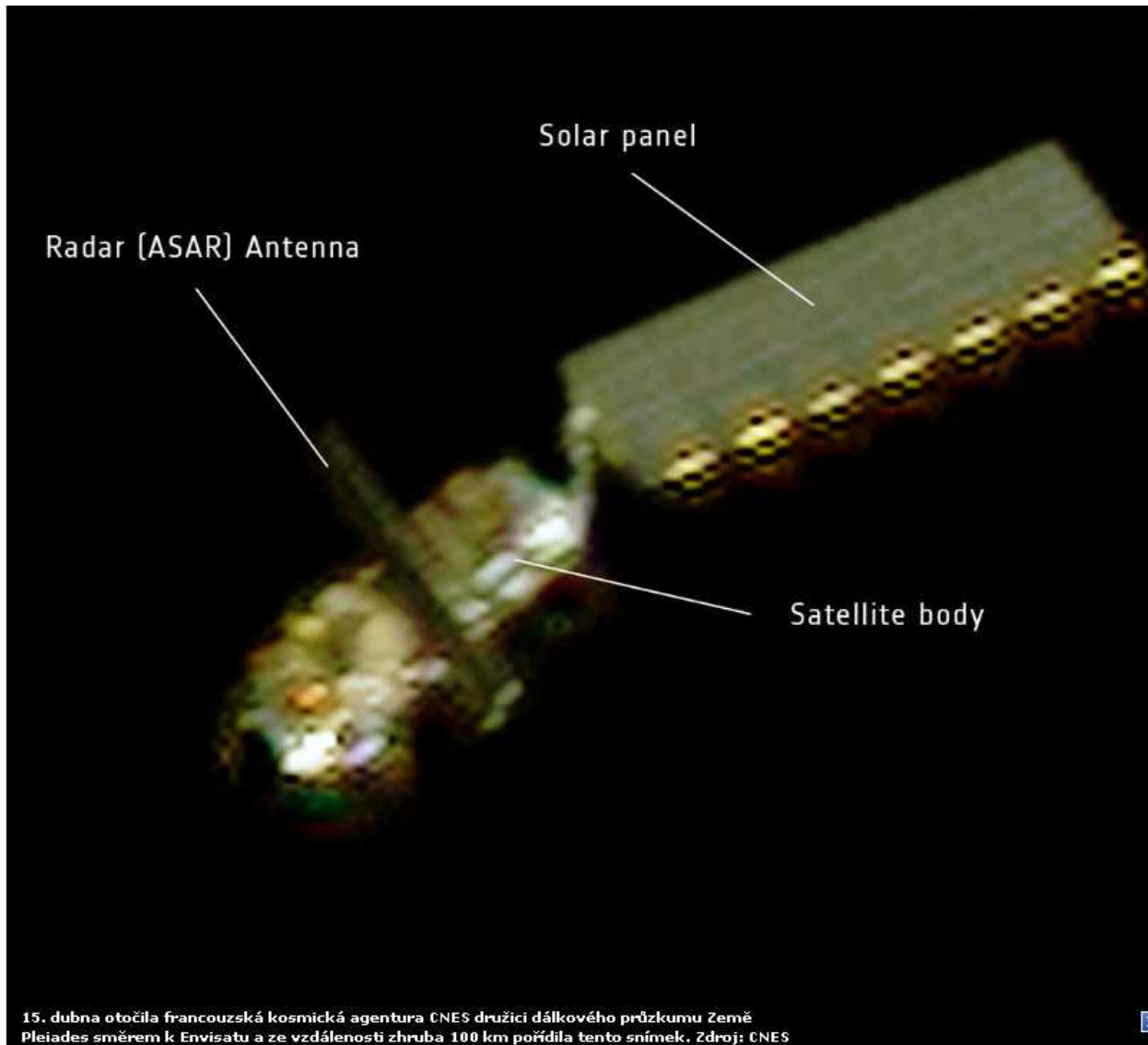


- **SeaSat**
- První družice pro monitoring dna oceánů, vypuštěna roku 1978
- Fungovala pouze 42 hodin, ale nasbírala více dat než za 100 let námořního výzkumu.
- Prostorové rozlišení: povrch 25 m, dno 5 km

- **RadarSat 1 a 2**
- Kanadské družice s prostorovým rozlišením 8 m, resp. 3 m a časovým 24 dnů

- **EnviSat**
- Družice evropské ESA, start 1.3.2002, senzor ASAR (radarová data; 12.5m), senzor MERIS (optická data, 15 pásem, 300 m)
- Od 8.4.2012 se nedaří navázat spojení, družice byla původně plánována na provoz 5 let.

- **Letecké radarové systémy**
- Podrobnost v prostorovém rozlišení v řádu centimetrů



Envisat pohledem z družice Pléiades