



Vybrané kapitoly z DPZ III Petr Dobrovolný

Tento materiál se týká shrnujících informací o současných družicových systémech používaných pro mapování zemského povrchu. **Doplňuje** základní informace uvedené ve skriptu (Dobrovolný, 1998) a informace prezentované na stránkách

<http://www.sci.muni.cz/~dobro/Systemy.html>



METEOSAT

Západoevropská geostacionární meteorologická družice, kterou provozuje EUMETSAT.

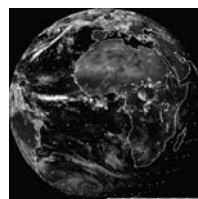
Snímá ve třech intervalech spektra celý disk s frekvencí 30 minut.

Snímky jsou vytvářeny ve třech pásmech

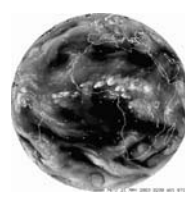
Označení pásma	Interval v. délky [mikro. M]	Velikost pixelu [km]
Viditelné	0,4 – 1,0	2,5
Vodní absorpce	5,7 – 7,1	5
Tepelné	10,5 – 12,5	5

METEOSAT – vzhled jednotlivých pásem

pásma viditelné



pásma vodních par



pásma infračervené termální



Interpretace – viz skriptum

METEOSAT

V r. 2002 vynesena na oběžnou dráhu nová družice MSG (METEOSAT Second Generation)

Hlavní produkty

- Složky vektoru větru v různých hladinách
- Analýza oblačnosti (druh, pokrytí)
- Výška horní hranice oblačnosti
- Vlhkost střední a horní troposféry
- Index konvektivních srážek
- Vyzářování čisté atmosféry
- Stupeň instability vzduchových hmot
- Koncentrace ozónu

Hlavní oblasti využití

- Velmi krátkodobé předpovědi počasí (nowcasting)
- Numerické modely
- Monitorování nebezpečných hydrometeorologických jevů
- Studium kolísání klimatu

NOAA

Americké družice na polární dráze s původně čistě meteorologickým určením poskytují mimo jiné snímky využitelné pro tzv. globální mapování.



Snímky mají původní velikost pixelu 1,1 x 1,1 km z pruhu území přes 2000 km širokého. Snímky jsou vytvářeny skenerem AVHRR v pěti intervalech spektra (viditelná (1), infračervená (2) a termální (3-5) část spektra.

Ze snímků je sestavována řada tématických map základních meteorologických prvků v globálním měřítku - např. SST (Sea Surface Temperature) pro účely meteorologie a klimatologie, dále mapy základních druhů povrchů či mapy vegetačních indexů (NDVI).

Kromě snímkování provádí také vertikální sondáž atmosféry a monitorování koncentrace ozónu

Poslední ze série družic NOAA 17 byla uvedena na oběžnou dráhu 24.6.2002. V současné době poskytují snímky NOAA-14, 16 a 17.

LANDSAT

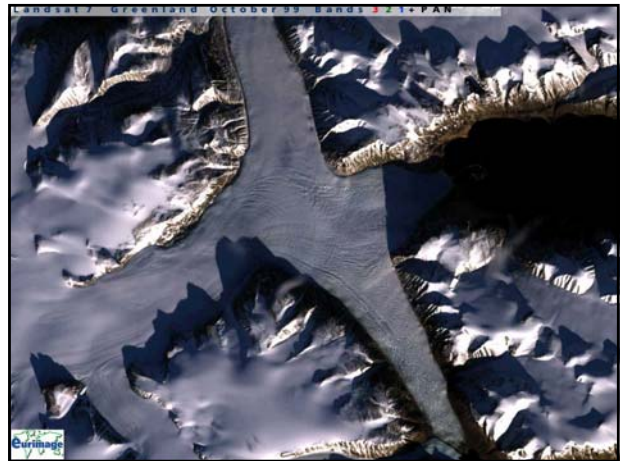
Landsat 1 (1972 - 1978)
Landsat 2 (1975 - 1982)
Landsat 3 (1978 - 1983)
Landsat 4 (1982 - 1985)
Landsat 5 (1984 - stále funkční)
Landsat 6 (1993 - havárie při startu)
Landsat 7 (1999 - 2003 ?)



Nejvýznamnější z družicových systémů pro výzkum přírodních zdrojů Země. Základním přístrojem na palubě LANDSAT 7 je Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Snímá v panchromatickém režimu (15 m prostorové rozlišení). V multispektrálním režimu pořizuje 8 snímků s rozlišením 30 m (viditelná a infračervená část spektra) resp. 60 m (termální pásmo).

Pohybuje se na subpolární dráze ve výšce 705 km a poskytuje snímky 1 x za 16 dnů. Velikost scény je přibližně 185 x 185 km.

Snímky hojně využívány i v ČR pro mapování základních druhů povrchů, pro detekce změn, v lesnictví apod. Snímky jsou vhodné pro tvorbu map měřítek 1 : 100 000 a větších.



SPOT

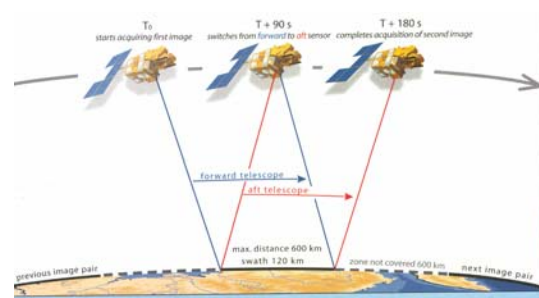


Systém francouzských družic funkční od r. 1986. Družice SPOT 4 byla vypuštěna v r. 1998 a družice SPOT 5 v r. 2002

Scéna o velikosti 60 x 60 km vytvářena CCD čipy podélným skenováním. Družice má schopnost snímat pod určitým úhlem podél dráhy letu umožňuje vytvářet stereoskopické dvojice a z nich výškový model terénu. Snímá stejného místa 1 x za 26 dní.

Snímky jsou vytvářeny v panchromatickém režimu (2,5 metrů rozlišení u SPOT 5) a ve 4 pásmech v multispektrálním režimu (rozlišení 10 m) v pásmu viditelném, blízkém a středním infračerveném v těchto intervalech vlnových délek: 520-590, 610-680, 790-890, 1580-1750 nanometrů

SPOT 5 vytváření stereodvojic pro tvorbu modelu terénu

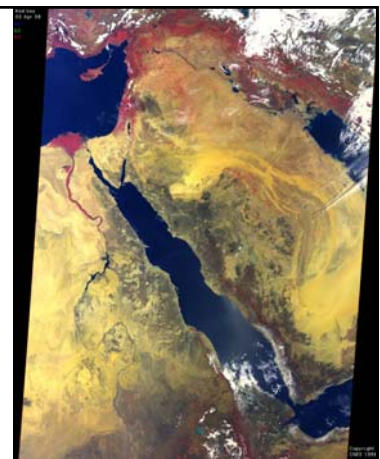


SPOT skener VEGETATION

Snímací zařízení určené pro studium vegetace v globálním měřítku.

Multispektrální snímky s rozlišením 1,1 km a šířkou záběru 2700 km.

Vegetační složku na snímcích lze zdůraznit vytvořením nepravě barevné syntézy či konstrukcí tzv. vegetačních indexů.



TERRA



Družice uvedená na oběžnou dráhu v r. 1999.

Je základní součástí programu EOS (Earth Observing System) vedeného NASA.

Jeho hlavním cílem je monitorování klimatu a přírodního prostředí Země.

Na družici je umístěno pět základních přístrojů pro monitorování zemského povrchu, oceánů, atmosféry a interakcí mezi nimi.

Družice je umístěna na subpolární oběžné dráze, přechází rovník v 10,30 hod místního času (minimum oblačnosti). Přístroje jsou založeny na pasivním snímání odraženého a emitovaného záření.

ENVISAT



Projekt Evropské kosmické agentury (ESA). Velká družice vypuštěna na polární dráhu v r. 2002. Rozměry: 10 m, 8,5 tuny, následník družic ERS-1 a 2. Zaměřena na

monitorování životního prostředí v regionálním a globálním měřítku. Pohybuje se na subpolární oběžné dráze ve výšce 800 km, vykoná 14 oběhů za den a navrací se do stejné polohy po 35 dnech.

Družice je vybavena deseti hlavními přístroji. Ty, které vytvářejí obrazové záznamy jsou tři:

ASAR zobrazující radar pracující v C-pásmu (5,5 cm)

AATSR podélné skenující radiometr pracující v m.j. pásmech 1,6 (SWIR), 3,7 (MWIR) a 12 (LWIR) mikrometrů. Určen především pro mapování SST. Šířka záběru 500 km, rozlišení 1 km

MERIS – obrazový spektrometr pracující v 15 pásmech viditelné a blízké IC části spektra. Snímkuje v pásu 1150 km širokém s velikostí pixelu 300 m či 1 km. Primárně určen pro oceánografické účely, studium změn v chemickém složení svrchní části oceánu, druhotně pro studium oblačnosti a též pro monitorování vegetace v globálním měřítku.

EO -1



Družice uvedená na oběžnou dráhu v r. 2000 v rámci programu s názvem New Millennium Program (NMP). Parametry dráhy podobné LANDSAT.

Jako první poskytuje hyperspektrální snímky z vesmíru.

HYPERION – hyperspektrální skener s 220 pásmy v rozsahu 0,4 - 2,5 μm s rozlišením 30 metrů a velikostí scény 7,7 x 100 km. Oblasti využití snímků: geologie a mineralogie, prospekce a těžba surovin, lesnictví a zemědělství (odhady úrody, zdravotní stav plodin), ochrana životního prostředí (mapování znečišťujících látek).

ALI - Advanced Land Imager. Radiometr pracující v 9 pásmech spektra v multispektrálním režimu (30 m pixel) a jednom pásmu v režimu panchromatickém (10 m pixel). Hlavní využití: mapování základních druhů povrchů, landuse a landcover.

IRS-1C, 1D



Indické družice poskytují snímky s rozlišením od 6 m do řádově stovek metrů.

Kromě snímků s vysokým rozlišením, které vytvářejí družice IRS-1C a IRS-1D, lze získat multispektrální snímky ze skeneru LISS s rozlišením 23,5 metrů pořízené ve viditelné a blízké infračervené části spektra, případně snímky ze skeneru s označením WiFS s rozlišením 188 m.

Družice IRS-1C a 1D mohou snímat území i mimo čáru nadiru a z takto pořízených obrazových záznamů lze sestavovat stereoskopické dvojice a generovat digitální model terénu.



EROS-A1



ImageSat 1997 Israel Aircraft industries (IAI), Electro-Optical Industries (ELOP) and Core Software Technology (CST). Izraelská družice, start 5.12. 2000

Družice s váhou pouze 250 kg, výška letu 488 - 503 km, inklinace 97,3 stupně, poziční chyba do 100 m

Poskytuje panchromatické snímky v panchromatickém režimu (0,5 – 0,9 μ m) s rozlišením 1,8 m při šířce záběru 12,5 km a s časovým rozlišením kolem dvou dnů.

V budoucnu by měl celý systém obsahovat 8 družic v takové konstelaci, že budou poskytovat snímky celou zeměkoulí denně.

Systém mobilních přijímacích stanic mají uživatelé umožňovat získávat snímky téměř v reálném čase.



IZMIR - Turecko

OFEQ 5

Špionážní družice - IZRAEL

Start 28. května 2002, Hmotnost 300 kg

Inklinace 143 stupňů (směr východ – západ), výška 370 – 600 km

Panchromatický (0,6 – 0,7 m) a multispektrální režim (3.28 m) pro národní účely

V průběhu dalších let je plánováno vypuštění dalších 6 družic, které mají poskytovat snímky minimálně 1 x denně

IKONOS

IKONOS 2 byla první komerční družicí poskytující snímky s prostorovým rozlišením 1 metr, start 24. 9. 1999.



Je provozována společností Spacemaging. Družice se pohybuje na dráze synchronní se sluncem ve výšce 681 km s inklinací 98,1 stupňů.

Pracuje ve dvou režimech: panchromatickém, kdy poskytuje snímek v intervalu vlnových délek 450 - 900 nanometrů s prostorovým rozlišením 1 metr.

Druhý režim je multispektrální, který nabízí 4 snímky v následujících intervalech vlnových délek: 450 – 520 (modrá), 520 – 600 (zelená), 630 - 690 (červená), 760 – 900 nanometrů (blízká infračervená).

Multispektrální snímky mají rozlišení 4 metry. Scéna má velikost 11 x 11 km. Polohová přesnost dat je 12 m horizontálně a 10 m ve vertikálním směru. V případě použití vřícovacích bodů je potom udávána přesnost 2 resp. 3 metry.

Opakovatelnost snímání je 2,9 dne při rozlišení 1 m na 40 stupni zeměpisné šířky. cena min 3000 USD, tj. 1 scéna, poplatek za programování (3 pokusy 17 – 35 000 Kč)



QUICK BIRD



Družice soukromé společnosti DigitalGlobe, vypuštěna 19.10.2001

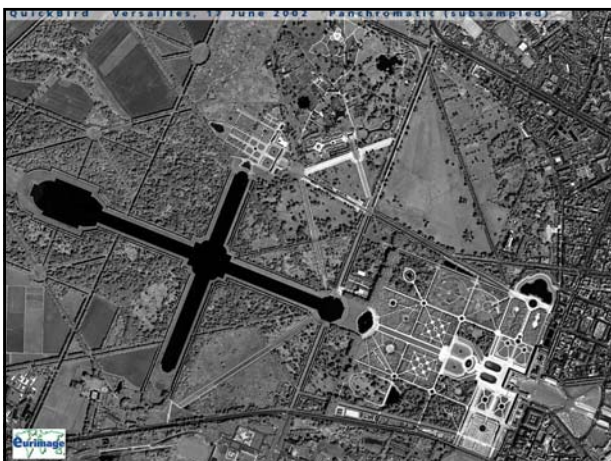
Družice se pohybuje na oběžné dráze ve výšce 450 km s inklinací 98 °

Systém poskytuje panchromatické snímky s rozlišením 0,61 m a dále snímky v multispektrálním režimu s rozlišením 2,5 m při šířce záběru 16,5 km. Radiometrické rozlišení 11 bitů

V multispektrálním režimu poskytuje 4 snímky: 450-520 nm (modrá), 520-600 nm (zelená), 630-690 nm (červená) a 760-900 nm (blízké IČ)

Termínové rozlišení 1-3,5 dne podle zem. šířky

Snímky umožňují podrobné a přesné mapování zemského povrchu.



OrbView 3



Soukromá družice společnosti ORBIMAGE. Na oběžné dráze od 26.6.2003. První snímky poskytl 18.12.2003.

Družice se pohybuje na subpolární dráze synchronní se Sluncem, inklinace 97,29°, výška dráhy 470 km.

Poskytuje snímky v režimu PAN s 1 m pixelem a MS s velikostí pixelu 4 m. Programovatelný režim s časovým rozlišením do 3 dnů.

Geometricky korigované produkty z původních snímků (OrbViewORTHO) deklarují geometrickou přesnost 12m

Hlavní oblasti použití: sledování životního prostředí, záchranné operace, podrobné mapování, posuzování rozsahu škod u přírodních katastrof, kontrolování využívání půdního fondu.

Data se uplatní tradičně v zemědělství a v lesnictví, nově též v obchodu s realitami, pojištnictví, cestování, zpravodajství a v počítačových hrách

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



Fotografie z ruských družic

Původně zpravodajské družice nabízejí digitalizované fotografie s velmi vysokým rozlišením řádově jednotek metrů.

Byly pořizovány z družic KOSMOS a vytvářely detailní snímky, které lze použít i pro podrobné mapování v měřítku 1 : 10 000.

Např. snímky pořizené fotografickými komorami KVR – 1000 či KFA 3000 mají prostorové rozlišení 2 m.

Snímky mají dnes především historickou hodnotu a používá se jich pro detekce změn.



Brno – Lišeň, KFA 3000

Fotografie z amerických družic

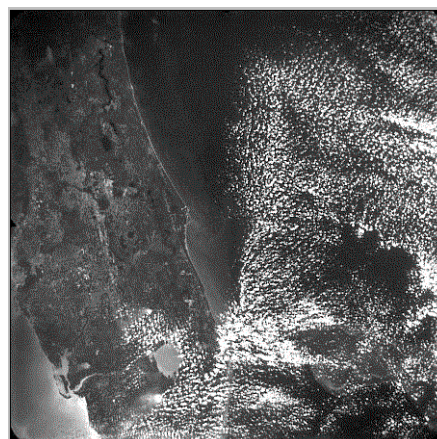
Družicový systém CORONA představoval dlouhou sérii družic vypuštěných zpočátku pouze jeden den, se zdokonalováním snímačích zařízení se na počátku 70. let jednotlivé lety prodlužovaly až na 16 dní.

Na palubě družic byly umístěny fotografické komory s označením KEYHOLE (KH). Šlo o panoramatické kamery s obrazovým úhlem 70 stupňů a s ohniskovou vzdáleností 60 cm, které později umožňovaly tvorbu stereoskopických dvojic snímků o rozměru přibližně 217 x 16 km.

Prostorová rozlišovací schopnost se pohybovala od cca 12 metrů do 2 metrů v závěrečné fázi.

Snímků je téměř 1 milión a pokrývají značné části území bývalého východního bloku.

Snímky představují cenný materiál pro studium časových změn, pro geologii, archeologii či geografii obyvatelstva a sídel.



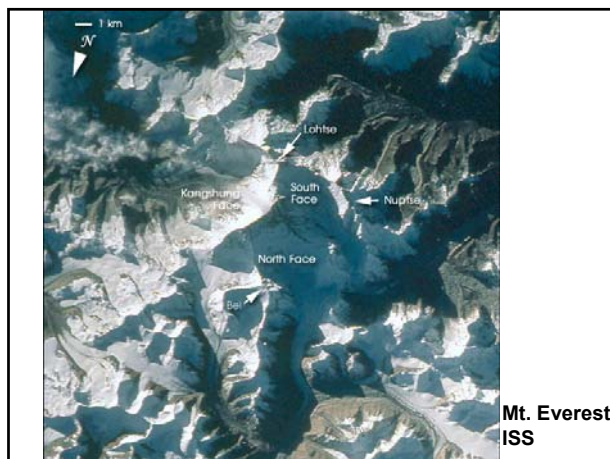
Florida

Fotografie ISS



Významnými zdroji fotografií zemského povrchu z vesmíru jsou také pilotované kosmické lodě:

- ISS (International Space Station – následník stanice MIR)
- Raketoplány



Přehled systémů s vysokým rozlišením

(1968) 1998	Corona	3m	film	stereo
1972	Landsat MSS	80m	digital	-
1982	Landsat TM	30m	digital	-
1983	Metric Camera -SL	10m	film	stereo
1984	Large Format Camera	5m	film	stereo
1986	Spot P	10m	digital	(stereo)
1987	KFA 1000	7m	film	stereo
1991	KVR 1000	2m	film	TK350 (stereo)
1993	MOMS 02	5m	digital	stereo
1996	MOMS 02-P	6m	digital	stereo
1996	IRS 1C/D	6m	digital	(stereo)
1999	Ikonos 2	1m	digital	stereo
2000	EROS A1	1.8 m	digital	(stereo)
2001	Quickbird	0.6 m	digital	stereo
2002	Spot 5	2.5 m	digital	(stereo)
2003	OrbView	1 m	digital	(stereo)

Připravované systémy

Licence pro Earth Watch a Space Imaging	(2004)	0,3- 0,5m
ALOS	- (2003)	2 m Japonsko
CBERS	- (2004)	2 m Čína - Brazílie
Cartosat	- (2003)	2 m Indie
Rapideye	- (2004)	4 m Německo

Plánované mise – Small Sats

Název	Země	Rok	Pixel	Scéna
Meisat	Korea		8.5 m	47 km
Khrumichev	Rusko	2006	8m, 3-5m radar	
S.Res.Inst.	Rusko		1m radar	10 km
Rapideye	Německo	2004	6.5 m	4
Tubitac	Turecko	2003		
Rocsat 2	Taiwan	2003	8 m	24 km
Hypseo	Itálie	2003	5 m pan	20 km
Topsat	UK	2003	2.5 m	
Sunsat	JAR	5 - 10 m	80 km	
KAIST	Korea		2.5 m pan	20 km
Interferom.	Německo	2004	1 - 3 m	
Cartwheel			radar interferometry	

Měřítko mapy a potřebná velikost pixelu

1: 5000	0,7 m	QuickBird PAN
1: 10 000	1 m	Ikonos PAN
1: 25 000	2, 5 m	SPOT 5 PAN
1: 50 000	5 - 6 m	IRS-1C PAN
1: 100 000	10 m	SPOT 4 PAN
1: 250 000	30 m	LANDSAT TM