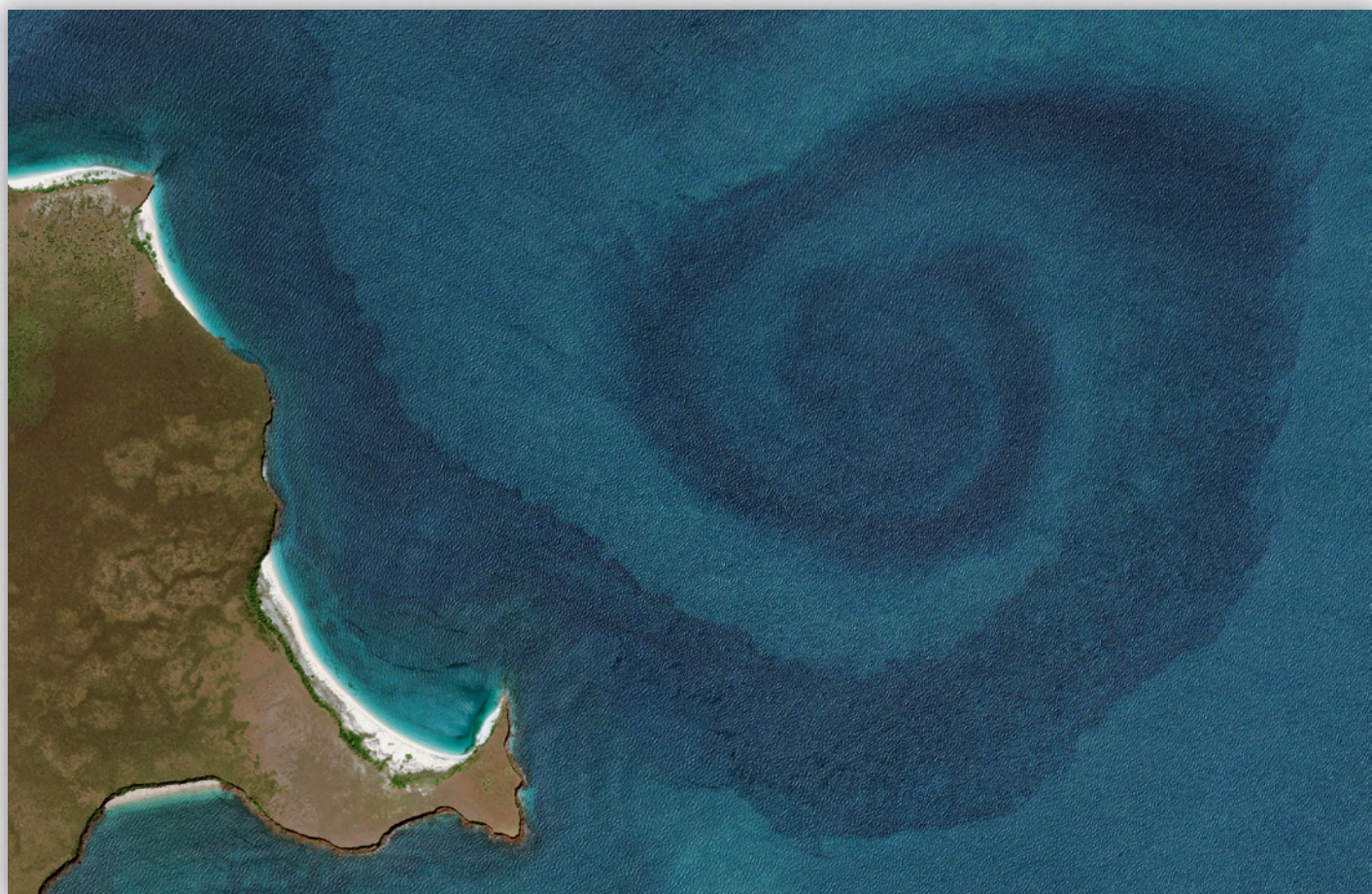


DRUŽICOVÁ DATA

distribuovaná společností ARCDATA PRAHA, s.r.o.

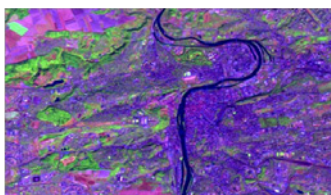


ARCDATA PRAHA





Zábavní park Ferrari World, Abú Dhabí.
Snímek ze satelitu *Geoeye-1*.



Landsat: rozlišení 30 m multispektrální,
15 m panchromatické.



SPOT: rozlišení 10 m multispektrální,
2,5 m panchromatické.



IKONOS: rozlišení 4 m multispektrální,
1 m panchromatické.



QuickBird: rozlišení 2,4 m multispektrální,
0,6 m panchromatické.

Již téměř půl století se lidé snaží získávat snímky Země i jiných vesmírných těles. Důvodem je především jejich aktuálnost, které běžné „papírové“ mapy nemohou docílit. Družicové snímky se stávají nezastupitelným zdrojem dat a zároveň jednou z vrstev GIS. Často totiž mapují jevy, které jsou pro uživatele GIS důležité, jako jsou různé aktuální děje, které v mapách nemohou být zachyceny (atmosférická situace, rozsah záplav, lesních požárů...), nebo vlastnosti, které nejsou předmětem běžných mapování (druhy vegetace).

Proto se v praxi stále více využívá velkého potenciálu, který družicové snímky poskytují. Stávají se nejen důležitým zdrojem dat při mapování a řešení přírodních katastrof (požáry, povodně, znečištění...), ale své uplatnění nalézají i v oblastech ochrany životního prostředí (poškození lesa, vegetační stres...), zemědělství (mapování zemského pokryvu, zemědělských plodin, těžby dřeva...) a v dalších oborech (např. geologické mapování).

Mezi výhody snímků patří:

- **Vysoká rychlost zmapování území** – v závislosti na rozlišení senzoru lze za několik vteřin nasnímat oblast o rozloze několik desítek i stovek km².
- **Bezkontaktní metoda** – výhoda pro mapování vzdálených míst, území postižených přírodními katastrofami nebo jinak obtížně dostupných oblastí.
- **Aktuálnost** – data je možné získat již několik minut po nasnímání.
- **Vyšší počet spektrálních pásem**, ve kterých družicové senzory snímají. Podle nich rozlišujeme snímky na:
 - **Panchromatická data** – černobílý snímek pořízený napříč celým viditelným spektrem.
 - **Multispektrální data** – tři základní pásma viditelného záření (modré, zelené a červené), dále blízké infračervené pásmo a často i další spektrální pásma.
 - **Hyperspektrální data** – stovky velice úzkých spektrálních pásem ve viditelném a infračerveném spektru.

Družicová data můžeme dělit i podle kritéria prostorového rozlišení:

Nízké rozlišení

- Velikost pixelu: 1 000 až 100 m
- Snímání stejného území několikrát za den
- Globální a kontinentální mapování, meteorologie, stav ovzduší, vývoj sněhové pokrývky
- Např. MODIS

Střední a vysoké rozlišení

- Velikost pixelu v desítkách až jednotkách metru.
- Několikadenní interval návratu na stejné místo na Zemi.
- Velké archivy od 70. let 20. století.
- Sledování změn v krajině, regionální mapování, monitoring zemědělských ploch, klasifikace land-use.
- Např. Landsat, SPOT, Aster, Hyperion.

Velmi vysoké rozlišení

- Velikost pixelu od několika metrů po 50 cm.
- Podrobné mapování v měřítku 1 : 25 000 – 1 : 5 000, urbanismus, tvorba 3D modelů, monitoring dolů a skládek, precision farming.
- Např. Ikonos, QuickBird, WorldView, Geoeye, Pleiades.

Data středního prostorového rozlišení

Landsat

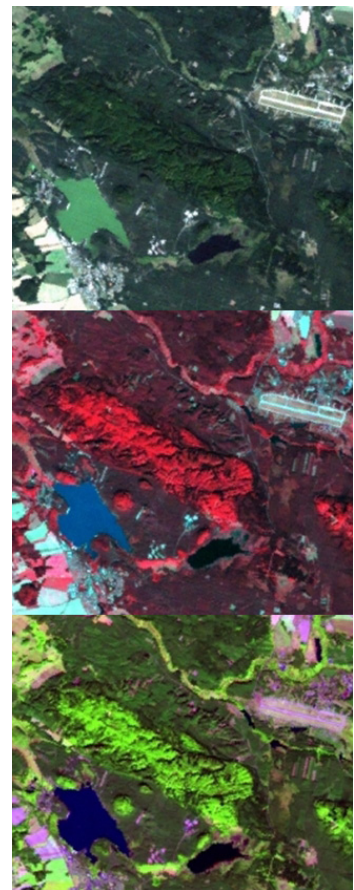
Do kategorie dat středního prostorového rozlišení patří nejnámější družice Landsat. Její historie sahá až do roku 1972, kdy byl vynesen na oběžnou dráhu první z dnes již **osmidílné sady satelitů**. Jednotlivé družice Landsat mají podobné parametry – snímají s rozlišením až 15 m v šesti spektrálních pásmech, a navíc i v pásmu termálním. Díky tomu, a také díky obsáhlým archivům, se výborně hodí pro **detekce změn** z různých časových období, k získání informací o využití krajiny (stavba silnic, rozsah povrchových dolů, lesní těžba...) a především k rozlišení vegetačních pokryvů a zjištění jejich zdravotního stavu, vlhkosti apod.

11. února 2013 byla vypuštěna nejnovější družice **Landsat 8**. Přibyly nové kanály – pobřežní a aerosolový, další kanál Cirrus by měl sloužit k detekci jemné oblačnosti a odstranění jejího vlivu na data. Nově jsou k dispozici také dvě termální pásma.

Data Landsat jsou zdarma ke stažení na stránkách USGS: <http://glovis.usgs.gov>.

Na obrázku vpravo je ukázka snímků z družice **Landsat 7** znázorňující zemský povrch v různých barevných kombinacích (Máchovo jezero).

První snímek je kombinací v tzv. *pravých barvách* – tak jak Zemi vnímá lidské oko. Druhý snímek je v *infračervených barvách* (pásma 4, 3, 2), vegetace je na takovém snímku zobrazena červeně. Poslední snímek je kombinací v tzv. *nepravých barvách*. Takové kombinace se využívají pro zvýraznění prvků, vegetace nebo materiálů, které v předchozích dvou kombinacích není možné odlišit. V tomto případě se jedná o kombinaci využívající dvě infračervená pásma (pásma 5, 4, 3). Tato kombinace je dále vhodná pro odlišení různých druhů vegetace, hranic vody a vegetace nebo pro určení půdních poměrů.



Máchovo jezero. Snímek z družice Landsat 7.

Data vysokého prostorového rozlišení

SPOT

Francouzské družice SPOT snímají zemský povrch již od roku 1986. Se svým vysokým rozlišením (až 2,5 m) jsou data z družic SPOT vhodná i pro **mapování v měřítku 1 : 10 000**. Oproti ostatním družicím chybí u SPOT 4 a 5 modré pásmo, zato snímají ve dvou infračervených. Díky tomu jsou vhodné pro **klasifikaci vegetačního pokryvu**, způsobu využití půdy, **druhové skladby lesa**, zdravotního stavu vegetace apod. Výhodou je možnost zakoupit stereopáry nebo z nich vytvořený **digitální model terénu**.

Nejnovější družice SPOT 6, která odstartovala v září roku 2012, je ze série nejpodrobnější (až 1,5 m) a navíc pořizuje snímky i v modrém pásmu.

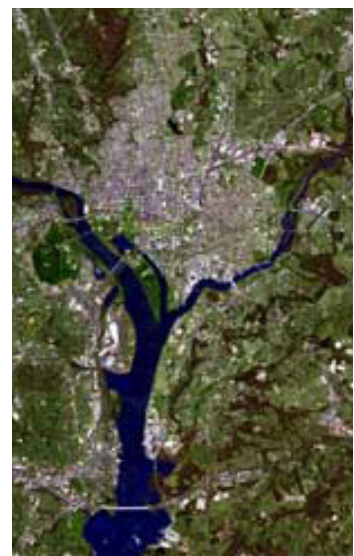
Formosat-2

Mezi družice s vysokým prostorovým rozlišením patří i družice Formosat-2. Snímky mají prostorové rozlišení 8 m v multispektrálním a 2 m v panchromatickém režimu. Její velkou výhodou je možnost každodenního návratu na stejné místo na Zemi, a to navíc vždy ve stejném čase, za stejných světelných podmínek a úhlu záření. Proto se snímky z družice Formosat-2 výborně hodí pro **každodenní sledování zájmového území**.

Kompsat-2, Orbview-3 a IKONOS

V rámci družic s vysokým prostorovým rozlišením můžeme vyčlenit samostatnou skupinu tvořenou třemi družicovými senzory s téměř shodnými parametry. Jsou to družice Kompsat-2, Orbview-3 a nejnámější a zároveň nejstarší z této skupiny, IKONOS. Senzory mají shodné prostorové rozlišení 4 m multispektrálně a 1 m panchromaticky.

Družice umožňují mapování v měřítkách 1 : 5 000 a 1 : 2 000, na snímcích je možné odlišit jednotlivé domy a typy domů, dopravní prostředky, ale i jednotlivé stromy a keře. Proto se snímky často využívají pro účely **územního plánování**, **zemědělský monitoring** nebo **sledování často se měnících prvků**. Družice IKONOS je první komerční družicí s prostorovým rozlišením 1 m, navíc umožňuje pořizovat stereopáry pro **tvorbu digitálních výškových modelů**.



Washington, DC. Snímek z družice Landsat 8.



Letiště na Gibraltar. Snímek družice SPOT 6.



Data velmi vysokého prostorového rozlišení

QuickBird

V roce 2001 byla vypuštěna družice s donedávna nejvyšším prostorovým rozlišením 0,6 m v panchromatickém režimu – QuickBird. Díky multispektrální informaci ze čtyř pásem se hodí k celé řadě aplikací. Od **mapování** zemědělské úrody nebo rozšiřující se zástavby **v měřítkách od 1 : 1 000 do 1 : 10 000** až po nejrůznější aplikace v oblasti telekomunikací, těžby, ropného průmyslu, zemědělství a lesnictví, krajinného plánování nebo mapování a hodnocení přírodních katastrof.

Geoeye-1

Na podzim roku 2008 byla vypuštěna družice Geoeye-1, která družici QuickBird předčila o několik centimetrů prostorového rozlišení a je v současnosti nejpodrobnější multispektrální komerční družicí. Snímá v prostorovém **rozlišení 50 cm** a díky své dráze umožňuje návrat na stejné místo na Zemi každé tři dny. Využití snímků je obdobné jako u QuickBird s tím, že na snímcích z Geoeye-1 je možné rozlišit i jednotlivé lidské postavy. Navíc mají snímky vysokou **přesnost 3 m**, které je docíleno dokonce bez použití vřícovacích bodů.

WorldView-2

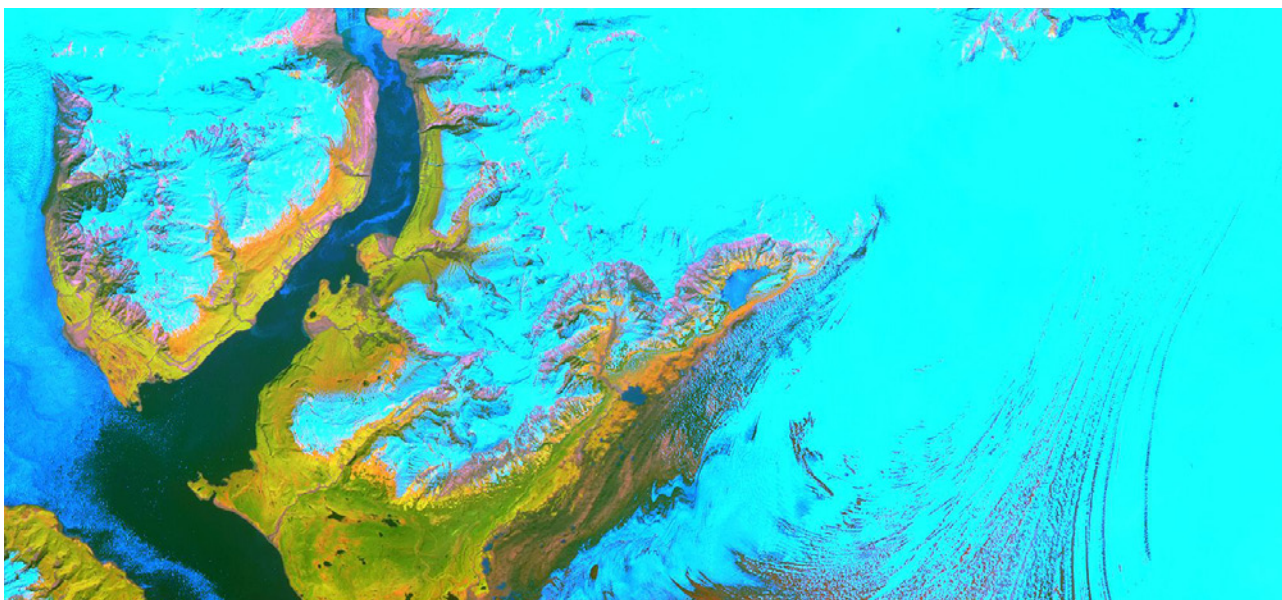
Družice s rozlišením 50 cm byla vypuštěna v říjnu 2009. Oproti předchozím družicím má výhodu ve snímání v **osmi spektrálních pásmech**. Ta jsou speciálně určená pro zjišťování hloubky vodních ploch nebo intenzity absorpce slunečního záření chlorofylem. Speciální „red edge“ pásmo umožňuje provádět kvalitnější a přesnější **analýzu vegetace a zdraví rostlin**, než pomocí běžného infračerveného pásma. Další blízká infračervená pásma navíc umožňují provádět analýzy atmosférických podmínek, nejrůznější **vegetační analýzy** nebo **studie biomasy**. Díky osmi spektrálním pásmům se také zvyšuje **přesnost klasifikací**, např. oproti QuickBird až o 30 %.

Pléiades 1A a 1B

Nejnovější družice s velmi vysokým rozlišením – Pléiades 1A a 1B – tvoří soustavu družic francouzské společnosti CNES. První z družic byla vypuštěna v prosinci 2011 a od podzimu 2012 pořizuje komerční snímky s rozlišením 0,5 m v panchromatickém pásmu a 2,8 m ve čtyřech multispektrálních pásmech.

V prosinci roku 2012 doplnila na oběžné dráze Země družici její sestra Pléiades 1B. Družice je identická jako 1A, jsou na stejné oběžné dráze, ale každá bude snímat jinou část zeměkoule. Dohromady pak bude možný **každodenní návrat** nad prakticky libovolné místo na Zemi. Jedná se o první evropské družice s velmi vysokým rozlišením.





Ledovec Malaspina na Aljašce. Snímek ze senzoru ASTER.

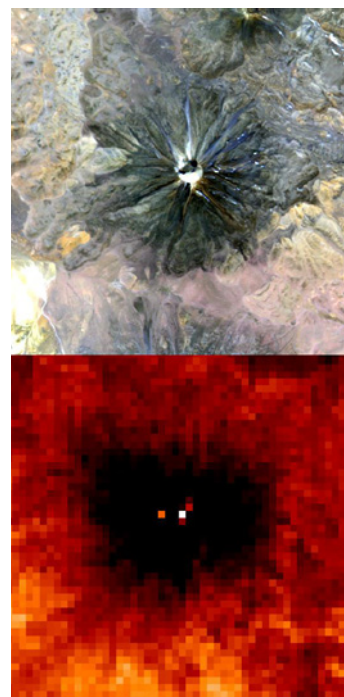
Hyperspektrální data

Hyperspektrální data jsou specifická tím, že jsou pořízena ve velkém množství (stovkách) velice úzkých spektrálních pásem, většinou v intervalu od 0,4 do 2,5 μm se šířkou pouhých 10 nm. Pro představu – pásmo ze snímku pořízeného senzorem Landsat 7 má šířku od 60 do 260 nm. Díky úzkým pásmům máme velice podrobnou informaci o odrazivosti elektromagnetického záření v jednotlivých vlnových délkách, a můžeme tak s vysokou přesností určit materiál, od kterého se záření odrazilo.

ASTER

Na hranici mezi multispektrálními a hyperspektrálními daty můžeme zařadit senzor ASTER. Nejedná se o hyperspektrální družici v pravém slova smyslu, protože má „pouhých“ 14 spektrálních pásem – tři ve viditelné, šest v blízké infračervené a pět v termální části spektra. Přesto jsou data z této družice pro spektrální analýzy užitečnější než družicové snímky z ostatních multispektrálních družic s nízkým spektrálním rozlišením. Díky množství infračervených pásem jsou data vhodná pro **vegetační analýzy, klasifikaci zemského povrchu** a snímky se často využívají i k nejrůznějším **geologickým průzkumům**. Tepelná pásma senzoru ASTER pak umožňují zjišťovat **teplotu zemského povrchu**. Snímky lze získat v různém stupni zpracování, k dispozici je také digitální výškový model vytvořený ze **stereopárů** snímků s prostorovým rozlišením 30 m.

Na obrázku vpravo: ukázka snímku ze senzoru **ASTER** – noční tepelný snímek sopky *Chiliques* v Chile ukazuje horká místa v kráteru sopky značící počínající sopečnou aktivitu.



Sopka *Chiliques* v Chile. Snímek ze senzoru ASTER.

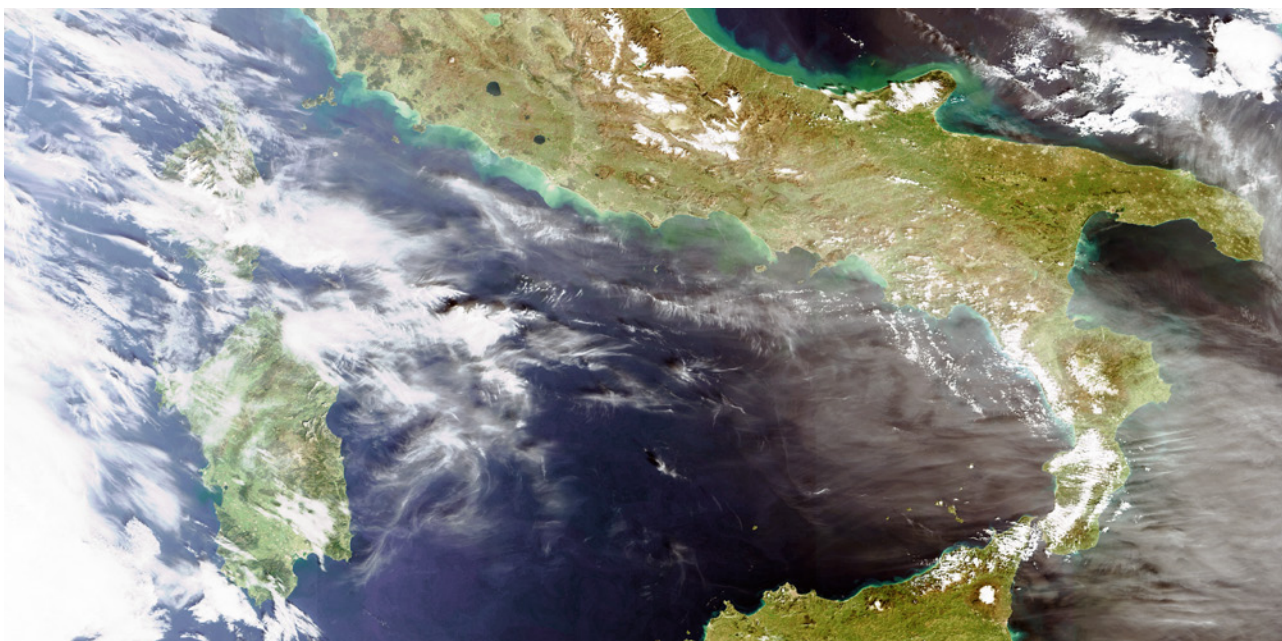
Hyperion

Skutečnou hyperspektrální družici je pak senzor EO-1 družice Hyperion. Tento senzor snímá ve 242 velice úzkých spektrálních pásmech, která mají šířku průměrně 10 nm. Vzhledem k tomu, že jsou data snímána dvěma spektrometry, rozsah některých pásem se překrývá. Zároveň nejsou všechna pásma kalibrována a ve výsledku tak dostáváme 196 jedinečných spektrálních pásem v rozsahu 427–2395 nm.

Díky takovému množství pásem získáváme velice podrobnou spektrální signaturu – křivku závislosti odrazivosti záření dopadajícího na zemský povrch na hodnotě vlnové délky. Tato detailní spektrální signatura nám umožňuje z družicového snímku **velice přesně identifikovat** snímáný materiál. Můžeme tak pomocí snímků vyhledávat konkrétní zájmové materiály, jako jsou horniny a minerály nebo specifický vegetační povrch. Hyperspektrální snímky jsou tedy užitečné v celé řadě aplikací, ať už jsou to **podrobné klasifikace** využití půdy, specifické hyperspektrální analýzy určení zdraví vegetace, nebo **vyhledání nerostů a látek**.



Okolí Roudnice nad Labem na snímku z družice **Hyperion**.



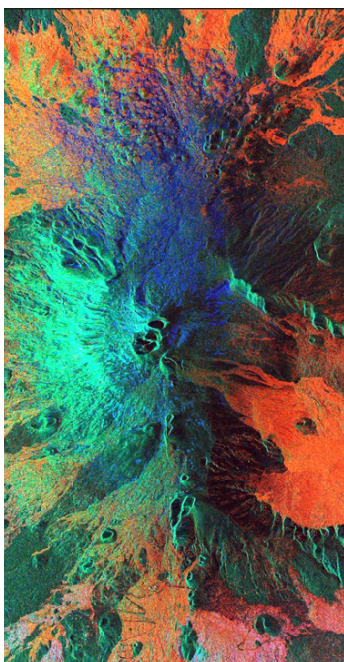
Radarová data

Radarová data jsou další specifickou kategorií. Nejedná se přímo o obrazová data, protože snímky jsou pořízeny pouze v mikrovlnné části elektromagnetického spektra. Největším rozdílem oproti standardním optickým družicovým sensorům je, že radarové senzory vysílají vlastní pulzy a následně zachycují odražené záření od zemského povrchu. Díky tomuto tzv. aktivnímu senzoru může radar snímat i v podmínkách, při kterých to optické družice neumožňují (za špatného počasí a v noci). Radarové pulzy totiž pronikají oblačností a díky vlastnímu zdroji nepotřebují sluneční světlo. Tento způsob snímání je tedy velice užitečný pro sběr dat za zhoršených klimatických podmínek, např. v období zvýšené oblačnosti, přírodních katastrof nebo pokud potřebujeme získat noční snímky.

COSMO-SkyMed

Nejnovějším zástupcem radarových dat je systém čtyř sensorů COSMO-SkyMed, jejichž účelem je monitoring Země pro krizový management. První satelit byl vypuštěn 7. 6. 2007, poslední 5. 11. 2010. Satelity mají možnost interferometrie i polarimetrie a rozlišení se pohybuje od 1 m u malých snímků 10 × 10 km až po 100 m u snímků s rozlohou 200 × 200 km. Snímky jsou vhodné pro nejrůznější **geologické a geomorfologické aplikace**, sledování ledovců, **určování vlhkosti rostlin, půdy** (radar proniká i několik centimetrů pod zemský povrch) apod.

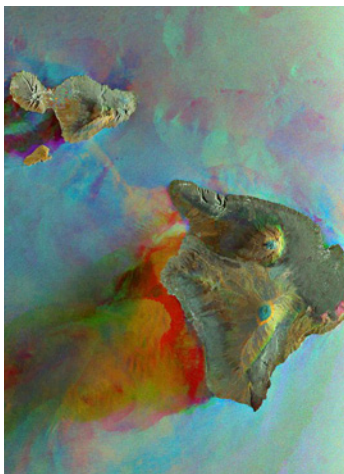
Ukázka snímku z družice COSMO-SkyMed – multitemporální barevná kompozice sopky Etna. Na snímku je možné pozorovat nejen různé změny pokryvu v čase, ale díky vlastnostem radarových sensorů také orografii.



Envisat

Envisat nese celkem dvanáct sensorů (např. ASAR, AATSR, MERIS, GOMOS apod.), každý z nich je zaměřený na některou oblast výzkumu Země. Návaznost na starší družici ERS by měl zajišťovat sensor ASAR, který má vylepšené pokrytí území, rozsah úhlu dopadu i polarizaci. Snímky z družice Envisat jsou vhodné pro určování **teploty** zemského povrchu a **vegetačních charakteristik**. Dále se využívají v **hydrologii** a **geologii**. Je z nich možné vytvářet digitální model terénu a modelovat topografii. Hodí se i pro specifické analýzy, jako je **sledování větrů** blízko povrchu Země, **monitorování znečištění** zemského povrchu a vodních toků, **sledování vlhkosti** vegetace, půdy a řadu dalších.

Na obrázku vlevo: ukázka snímku z družice Envisat pořízeného senzorem ASAR. Jedná se o multitemporální snímek Havaje – barvy ve snímku jsou výsledkem změn v území od roku 2006 do roku 2008. Kvůli častým erupcím sopky Mauna Loa je ostrov neustále monitorován a pomocí radarových dat jsou odhalovány i nejmenší změny v terénu.



Data středního a vysokého prostorového rozlišení

	LandSat 5	LandSat 7	LandSat 8	SPOT 4	SPOT 5	SPOT 6	Formosat-2	Kompsat-2	Orbview-3	IKONOS
Datum vypuštění	1. 3. 1984	15. 4. 1999	11. 2. 2013	24. 3. 1998	4. 5. 2002	9. 9. 2012	4. 5. 2002	28. 6. 2006	26. 6. 2003	24. 9. 1999
Provozovatel	USGS, USA	USGS, USA	USGS, USA	Astrium	Astrium	Astrium	NSPO, Taiwan	KARI, Jižní Korea	Geoeye, USA	Geoeye, USA
Spektrální rozlišení	panchromatické poběžní	520–900 nm	500–680 nm	510–730 nm	480–710 nm	455–745 nm	450–900 nm	450–900 nm	760–900 nm	445–900 nm
	viditelné modré	450–520 nm	433–453 nm		455–525 nm		450–520 nm	450–520 nm	450–520 nm	445–516 nm
	viditelné zelené	520–600 nm	450–515 nm	500–590 nm	530–590 nm	530–590 nm	520–600 nm	520–600 nm	520–600 nm	505–592 nm
	viditelné červené	630–690 nm	525–600 nm	610–680 nm	625–695 nm	630–690 nm	630–690 nm	630–690 nm	630–690 nm	632–698 nm
Spektrální rozlišení multispektrální	blízké infračervené	760–900 nm	630–680 nm	790–890 nm	790–890 nm	760–890 nm	760–900 nm	760–900 nm	760–900 nm	757–853 nm
	infračervené I	1550–1750 nm	845–885 nm	1580–1750 nm	1580–1750 nm					
	infračervené II	2080–2350 nm	1360–1390 nm							
	infračervené III		2100–2300 nm							
	tepelné I	10400–12500 nm	10400–12500 nm	1560–1660 nm						
	tepelné II		11500–12500 nm							
Prostorové rozlišení	panchromatické	15 m	15 m	10 m	5 m / 2,5 m	1,5 m	2 m	1 m	1 m	1 m
	multispektrální	30 m	30 m	20 m	10 m	6 m	8 m	4 m	4 m	4 m
	tepelné	120 m	60 m	100 m						
Radiometrické rozlišení	8bitové	8bitové	12bitové	8bitové	8bitové	8bitové	8bitové	10bitové	11bitové	11bitové
Doba oběhu	16 dní	16 dní	16 dní	26 dní	26 dní	26 dní	1 den	28 dní	15 dní	14 dní
Čas přeletu (lokální čas)	9,30–10,00	10,00	9,30–10,00	10,30	10,30	10,00	9,26	10,50	10,30	10,30
Inklinace	98,2 °	98,2 °	98,2 °	98,8 °	98,7 °	98,2 °	99,14 °	98,13 °	97,25 °	98,1 °
Velikost scény	183 × 173 km	183 × 173 km	183 × 173 km	60 × 60 km	60 × 60 km	60 × 60–600 km	24 × 24 km	15 × 15 km	8 × 8 km	11 × 11 km
Výška orbity	705 km	705 km	705 km	820 km	820 km	694 km	705 km	685 km	470 km	681 km

Data velmi vysokého prostorového rozlišení

	QuickBird	Geoeye-1	WorldView-2	Pleádes 1A a 1B
Datum vypuštění	18. 10. 2001	6. 9. 2008	8. 10. 2009	17. 12. 2011 2. 12. 2012
Provozovatel	Digital Globe, USA	Geoeye, USA	Digital Globe, USA	Astrium, CHES
Spektrální rozlišení	panchromatické	445–900 nm	450–800 nm	470–840 nm
	poběžní		400–450 nm	
	viditelné modré	450–520 nm	450–510 nm	440–540 nm
	viditelné zelené	520–600 nm	510–580 nm	500–600 nm
	viditelné žluté		585–625 nm	
Spektrální rozlišení multispektrální	viditelné červené	630–690 nm	630–690 nm	610–710 nm
	red edge		705–745 nm	
	blízké infračervené I	760–900 nm	770–895 nm	770–910 nm
	blízké infračervené II		860–1040 nm	
Prostorové rozlišení	panchromatické	0,6 m	0,5 m	0,5 m
	multispektrální	2,4 m	1,65 m	2,8 m
Radiometrické rozlišení	11bitové	11bitové	11bitové	8 nebo 10bitové
Doba oběhu	3–7 dní	2–8 dní	1–3 dny	98,8 min
Čas přeletu (lokální čas)	10,00	10,30	10,30	10,30
Inklinace	98 °	98 °	97,2 °	98,2 °
Velikost scény	16 × 16 km	15,2 × 15,2 km	16,4 × 16,4 km	20 × 20 km
Výška orbity	450 km	684 km	770 km	694 km

Radarová data

	COSMO-SkyMed	Enviasat
Datum vypuštění	7. 6. 2007	1. 3. 2002
Provozovatel	ASI, Itálie	ESA, Francie
Prostorové rozlišení	1 m až 100 m	30 m
Doba oběhu	17 dní	35 dní
Inklinace	97,9 °	98,55 °
Velikost scény	10 × 10 km až 200 × 200 km	400 × 400 km
Výška orbity	619 km	800 km

Hyperspektrální data

	ASTER	Hyperion
Datum vypuštění	18. 12. 1999	21. 11. 2000
Provozovatel	NASA, USA	NASA, USA
Spektrální rozlišení	520–11650 nm	357–2579 nm
Prostorové rozlišení	VNIR 15 m	
	SWIR 30 m	30 m
	TIR 90 m	
Radiometrické rozlišení	8bit (VNIR a SWIR), 12bit (TIR)	16bit
Doba oběhu	16 dní	16 dní
Čas přeletu (lokální čas)	10,30	10,15
Inklinace	98,5 °	98,2 °
Velikost scény	60 × 60 km	7,5 × 100 km
Výška orbity	705 km	705 km

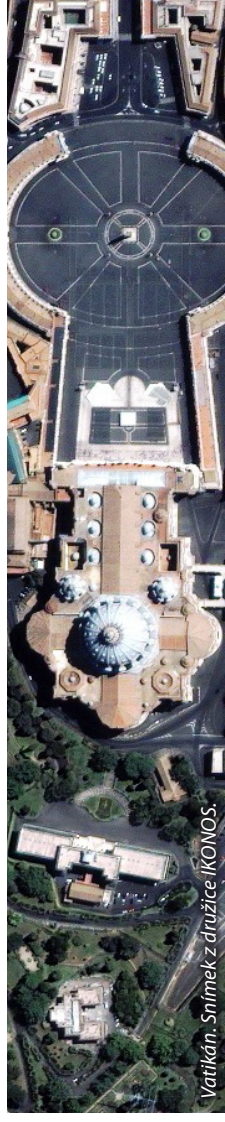


Delta Rýnu, Holandsko. Snímek ze senzoru ASTER.

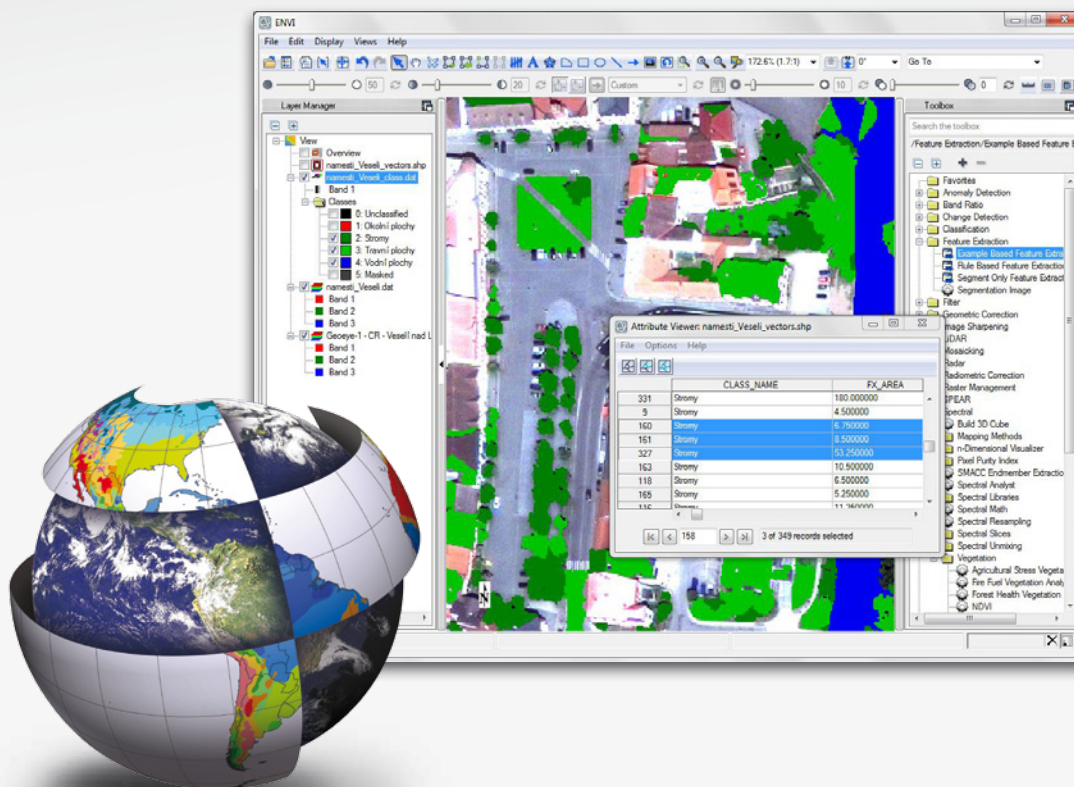
Tiráž

Snímky SPOT © Cnes, distribuce Astrium/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky Landsat © USGS, distribuce Eurimage/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky Formosat-2 © NSPO, distribuce Astrium/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky IKONOS © Geoeye, Inc., distribuce Eurimage/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky Geoeye-1 © Geoeye, Inc., distribuce Eurimage/ARCDATA PRAHA, s.r.o.

Snímky Quickbird © DigitalGlobe, Inc., distribuce Eurimage/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky WorldView-2 © DigitalGlobe, Inc., distribuce Eurimage/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky ASTER © NASA, distribuce ERSDAC/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky Hyperion © NASA, distribuce USGS/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky ERS 2 © ESA, distribuce Eurimage/ARCDATA PRAHA, s.r.o.
 Snímky Enviasat © ESA, distribuce Eurimage/ARCDATA PRAHA, s.r.o.



Vatikán. Snímek z družice IKONOS.



S ENVI získáte z družicových dat nejvíc informací

Extrakce prvků, detekce změn, atmosférické korekce a hlavně kompletní nástroje pro analýzu hyperspektrálních dat: toto vše naleznete v ENVI. Nástroje můžete použít také v ArcGIS for Desktop a publikovat je na serveru.

ARCDATA PRAHA, s.r.o.

Hybernská 24

110 00 Praha 1

tel.: 224 190 511

fax: 224 190 567

office@arcdata.cz

www.arcdata.cz



esri Official
Distributor