

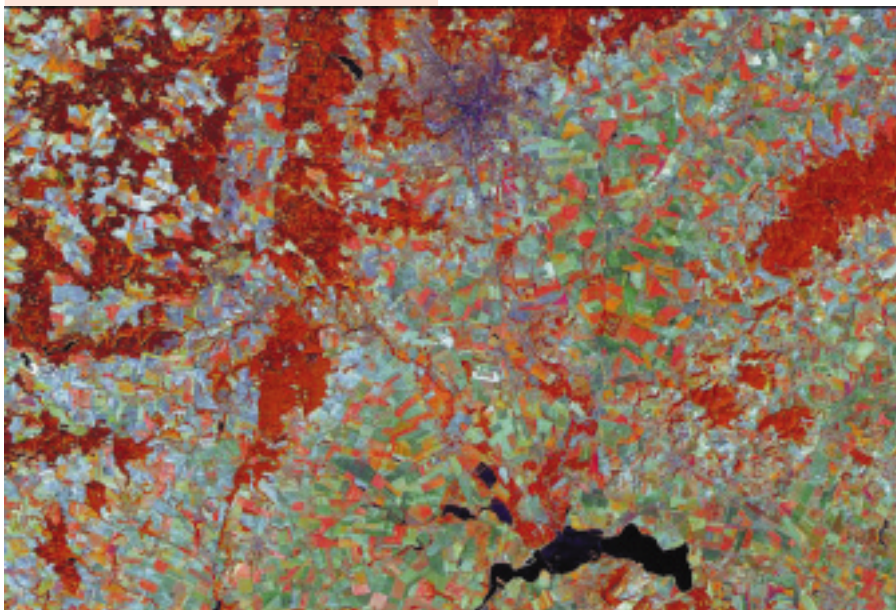
Družicová data a jejich digitální zpracování

Míroví (?) špioni

Jedním z významných zdrojů dat v geografických informačních systémech jsou družicové snímky, respektive jejich digitální podoba. Snímkování pomocí družic bylo na samém počátku v rukou vojáků a zpravodajských služeb. Postupem doby, zejména na konci více než čtyřicetiletého období studené války, se družicové snímky začaly stále více používat ke sledování stavu životního prostředí, ke kontrole průběhu velkých přírodních katastrof a tvorbě topografických a jiných, například geologických map.

S rozvojem snímací techniky se zvyšovala rozlišovací schopnost z původních stovek na desítky až jednotky metrů. Snímače umožňovaly snímat obraz terénu nejen v podobě klasických černobílých nebo barevných snímků, ale i v podobě jednotlivých spektrálních pásem. Na trhu se začala objevovat obrazová, rastrová data ve formě spektrozónálních snímků či datových souborů zahrnujících informace z určitých, předem vymezených spektrálních pásem.

Současně byly vyvinuty další typy sledování pozemních dat, jako je radarové snímání, které se uplatní zejména při zamlžené nebo deštivými mraky pokryté obloze, neboť pro mikrovlnné záření je takovéto prostředí přístupné. Radarová data se osvědčila například při sledování loňských katastrofálních záplav. Dnes je k dispozici několik desítek družic poskytujících družicová data, většina těchto družic však stále slouží vojenským účelům. Přesto si lze z nabídky civilních družicových snímků vybrat celou řadu fotografií nebo přímo digitálních záznamů, které uspokojí i ty



Multispektrální snímek okolí Brna z družice LANDSAT/TM s pořadím spektrálních pásem 4, 5, 3. © ESA 1995.

nejnáročnější uživatele. Snímky lze získat z určitého předem zadaného období nebo ve formě časové řady snímků určitého území, což je zvláště výhodné pro monitorování změn životního prostředí daného regionu. Snímky starší pěti a více let jsou často nabízeny za snížené ceny.

Družicová data v podobě družicových fotografických snímků, obvykle adjustovaných do některého ze standardních kartografických zobrazení nebo ve formě adjustovaných (geokodovaných) digitálních souborů, jsou nejčastěji nabízena prostřednictvím specializovaných nadnárodních nebo národních agentur. Jednou z těchto agentur je společnost Eurimage se sídlem v Itálii, která poskytuje družicová data prostřednictvím národních zastoupení a specializovaných dealerů GIS nástrojů. Druhou společností je francouzská firma Spot Image, která disponuje snímky a digitálními daty pocházejícími z francouzských družic SPOT. V České republice najdete produkty společností Eurimage a Spot Image v repertoáru firem GISAT a ARCDATA. Obě firmy navíc nabízejí vhodné softwarové nástroje pro zpracování družicových snímků v digitální podobě.



Příklad syntézy multispektrálního a panchromatického snímku z družice SPOT (Ostravsko). © CNES 1996.

Družice a poskytovaná data

V nabídce společnosti Eurimage lze najít fotografie nebo digitální soubory celé řady družic, zejména pak amerických družic série Landsat, družic evropské kosmické agentury (ESA), japonské kosmické agentury a družic ruských. Podívejme se blíže na možnosti jednotlivých družic. Velikost zobrazeného území, obvykle označovaného jako scéna, je dána výškou družice nad zemským povrchem a zorným úhlem snímáčiho zařízení.

Landsat – dnes již legendární série družic vypouštěných od roku 1972. Původní série družic Landsat poskytovala především snímky získávané pomocí multispektrálního skeneru ve čtyřech spektrálních pásmech s rozlišením 80 m. Novější série, počínaje družicí Landsat 4 vypuštěnou v roce 1982, přináší již prostřednictvím pokročilejšího skeneru Thematic Mapper (TM) snímky v sedmi spektrálních pásmech s maximálním rozlišením 30 m. Velikost plné scény je 185 x 170 km.

SPOT – opět série, tentokrát francouzských družic. První družice této série byla vypuštěna v roce 1986 a zatím poslední SPOT 4 koncem března roku 1998. Družice SPOT 1 až 3 byly osazeny dvojicí multispektrálních senzorů HRV, které snímají zemský povrch ve třech spektrálních pásmech s prostorovým rozlišením 20 m a v panchromatickém režimu s prostorovým rozlišením 10 m. Rozměr scény je v obou případech 60 x 60 km. V nejnovější družici SPOT 4 byly multispektrální senzory rozšířeny o čtvrté pásmo v oblasti středního

data poskytuje japonská družice **JERS-1** vypuštěná v roce 1992, která má navíc snímáče pro pořizování multispektrálních snímků v infračervené a infračervené blízké oblasti spektra. Rozlišení radarových snímků ERS-1 je 30 m, rozlišení radarových snímků JERS-1 je 18 m. Multispektrální optické snímáče pokrývají osm spektrálních pásem s rozlišením maximálně 18 m.

Ruské družicové snímky

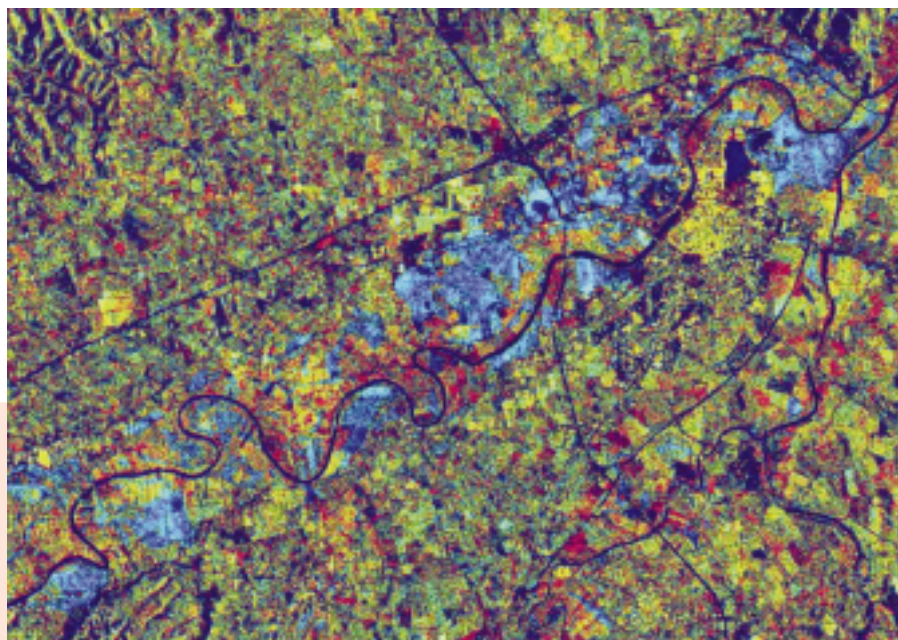
Pocházejí především z multispektrálních fotografických kamer, často s vysokým rozlišením, které jsou instalovány buď na kosmické lodi Mir, nebo na družicích série Kosmos. Kosmická loď Mir je vybavená dvěma kamerami KFA 1000, které poskytují černobílé nebo spektrozónální snímky s rozlišením 6 až 10 m. Družice série Kosmos jsou vybaveny kamerami s vysokým rozlišením KVR 1000, TK-350 nebo MK-4. Všechny tyto kamery poskytují klasické panchromatické snímky

pásma 3, 4, 5, vhodná pro klasifikaci tříd vegetace, typů půd nebo urbanizovaných celků. Území České republiky je pokryto 9 scénami, rozdělenými z praktických důvodů do 7 oblastí, které lze objednat i každou zvlášť. Území Slovenské republiky je pokryto 6 scénami, které jsou rozděleny do tří oblastí. Jako zvláštní scéna je nabízen snímek Prahy a Bratislavy, pokrývající oblast 90 x 90 km.

Nástroje pro zpracování digitálních družicových snímků

Všechny výše uvedené snímky jsou k dispozici buď ve specializovaných rastrových formátech, závislých obvykle na typu družice, nebo v obecných rastrových formátech TIFF, případně GeoTIFF. Pro zpracování těchto formátů lze použít v podstatě jakýkoliv program pro zpracování a analýzu rastrových dat, firmy zaměřené na zpracování dat dálkového průzkumu Země však nabízejí specializovaná softwarová řešení, která splňují i ty nejnáročnější

**Analýza záplav na řece
Po v Itálii na časové
řadě snímků z družice
ERS. © ESA 1995.**



infračerveného záření, které bude mít význam především pro sledování rostlinného krytu a vlhkosti půdy. Kromě toho byl na tuto družici umístěn snímáč Vegetation, který pracuje s prostorovým rozlišením 1 km, snímá přitom pás o šířce 2250 km a je schopen pořádit snímky celého povrchu Země v průběhu jednoho dne. Tento snímáč slouží k monitorování globálních změn vegetace na zemském povrchu. Společnost Spot Image nabízí velmi rozsáhlý program distribuce jak jednotlivých scén, tak stereodvojic, včetně dat digitálního modelu terénu. Uživatelsky zvlášť přívětivým produktem je SPOTView, který nabízí výše uvedené družicové snímky již rektifikované do uživatelsky zvoleného kartografického zobrazení včetně zobrazení S-JTSK.

Družice ERS-1 vypuštěná v roce 1991 nabízí především radarová data. Novější družice ERS-2 byla vypuštěná v roce 1995. Obdobná

s rozlišením 2 až 10 m. Nejlepší snímky poskytuje kamera KVR 1000, kde rozlišení snímků je cca 2 m, což je ideální zejména pro GIS a kartografické aplikace. Touto kamerou jsou vybavovány družice série Kosmos od roku 1990 a scéna pokrývá území 40 km².

Nabídka snímků pro Českou a Slovenskou republiku

Společnost Eurimage připravila sérii nejlepších družicových snímků z družice Landsat pro oblast České a Slovenské republiky. Nabídka zahrnuje spektrozónální TM snímky v digitální podobě poskytované na CD-ROM z družice Landsat 5. Jde o kombinaci pásem 1, 2, 3, poskytující zobrazení v přirozených barevných odstínech, nebo o kombinaci pásem 2, 4, 7, zvláště vhodných pro účely geologického mapování, případně pro analýzu rostlinného krytu či složení půdy. Poslední kombinace jsou

požadavky na analýzu a zpracování spektrozónálních snímků anebo radarových dat. Tyto programy současně podporují ruční, poloautomatickou nebo automatickou vektorizaci do některého ze standardních vektorových GIS formátů.

Nejlepší softwarová řešení nabízejí kombinaci analytických nástrojů pro rastrové i vektorové soubory. Zde představím analytické nástroje firmy ERDAS, která vznikla v roce 1978 jako konzultační firma pro zpracování rastrových dat dálkového průzkumu Země. Jejím vlajkovým produktem je systém ERDAS Imagine, dnes nabízený ve verzi 8.3.1. Tento systém je k dispozici pro prostředí Unix, Windows NT a v jednoduché podobě i pro prostředí Windows 95. Jde o otevřený modulární systém obsahující nástroje pro zpracování rastrových souborů, tvorbu a zpracování vektorových souborů a pro trojrozměrnou vizua-

lizaci digitálního modelu terénu. Od verze 8.3 je budován s využitím technologie dynamicky připojovaných knihoven (DLL). ERDAS Imagine je dnes nabízen ve třech na sebe navazujících sestavách:

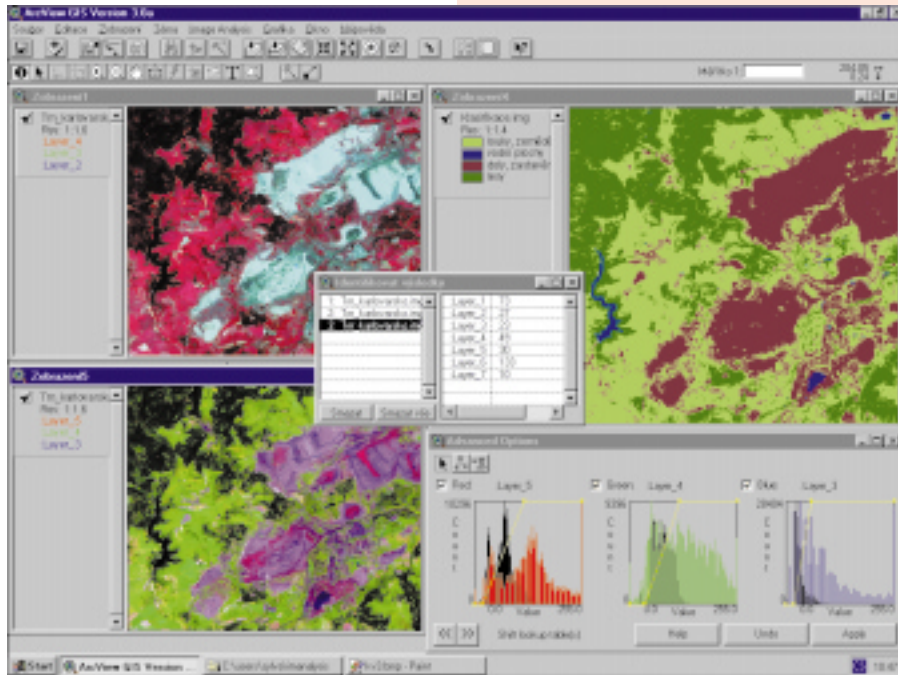
Imagine Essentials – vizualizace, základní zpracování a analýza rastrových souborů, adjustace do kartografického zobrazení, tvorba kartografických výstupů;

Imagine Advantage – tvorba ortofotomap, mozaikování snímků, pokročilé zpracování rastrových souborů a GIS analýzy;

Imagine Professional

Nejvyšší modul nabízí především pracovní nástroje pro multispektrální klasifikace a zpracování radarových dat. Významným přínosem pro zpracování dat je unikátní grafický nástroj pro tvorbu uživatelských algoritmů, využívá více než 200 vestavěných funkcí.

Uživatelé systému ERDAS Imagine mají k dispozici další moduly rozšiřující pracovní nástroje jádra programu. Modul Virtual GIS nabízí 3D vizualizaci a analýzy nad vytvořeným 3D modelem. Uživatelé lze umístit do pomyslného letadla a v reálném čase simulovat pohyb



Imagine Professional – analýza radarových snímků, pokročilá klasifikace multispektrálních snímků a grafický nástroj pro tvorbu uživatelských algoritmů Spatial Modeler.

Imagine Essentials

Jde o jádro systému, umožňující načtení, vizualizaci a základní zpracování rastrových a vektorových dat. Pro družicové snímky podporuje přímé čtení rastrových formátů Landsat MSS, Landsat TM, SPOT, Radarsat aj. Z vektorových formátů jsou mimo jiné podporovány formáty ARC/INFO coverage a ArcView shapefile. Mezi pracovními nástroji naleznete nástroje pro adjustaci rastrových souborů, jejich základní úpravy a nástroje pro tvorbu a editaci vektorových souborů. Součástí modulu jsou rovněž nástroje pro tvorbu kartografických mapových výstupů.

Imagine Advantage

Modul rozšiřuje pracovní nástroje předchozího produktu především o nástroje pro ortorektifikaci rastru a další nástroje na zpracování rastru včetně nástrojů pro mozaikování. Součástí tohoto modulu jsou rovněž nástroje pro GIS analýzy rastrových i vektorových souborů.

Uživatelské rozhraní rozšíření ArcView Image Analysis.

nad terémem. Z dynamických 3D zobrazení lze vytvářet videosekvence. Součástí tohoto modulu je nástroj pro pokročilou analýzu viditelnosti. Pro profesionální nasazení v oblasti digitální fotogrammetrie je určen systém OrthoMAX, který vyvinula firma Autometric a společnost ERDAS jej integrovala do systému ERDAS Imagine jako sestavu rozšiřujících modulů. V současné době společnost ERDAS připravuje nový systém pro digitální fotogrammetrii, který bude určen především uživatelům GIS. Na platformě Windows NT tak bude k dispozici nástroj využívající nejnovější postupy digitální fotogrammetrie. Nový modul OrthoBASE umožní kromě zpracování standardních družicových a leteckých měřických snímků rovněž zpracování šikmých snímků. Ve vývoji je také modul Stereo Analyst, který umožní vektorovou digitalizaci ve stereoskopickém režimu. Součástí programu ERDAS Imagine je rovněž vlastní příkazový jazyk ERDAS Macro Language (EML), který dovoluje vytvářet vlastní pracovní rozhraní nebo upravovat stávající podle

požadavků koncového uživatele. Imagine Developer's Toolkit je knihovnou funkcí v jazyce C, která umožňuje další úpravy a rozšíření systému. Moduly IFSAR DEM, StereoSAR DEM a OrthoRadar jsou určeny pro tvorbu digitálního modelu terénu z radarových dat a jejich ortorektifikaci. Modul Subpixel Classifier nabízí pokročilé klasifikační algoritmy pro velmi jemnou detekci zájmového materiálu, vyskytujícího se byť jen ve zlomcích jednotlivých obrazových bodů. Modul Expert Classifier podporuje uživatelsky orientovanou klasifikaci rastrových souborů s využitím vlastní báze pravidel. Modul Vector umožní uživateli provádět vektorizaci, vystavět topologii pro vytvořenou nebo editovanou ARC/INFO coverage, pracovat s INFO databází a další pokročilé operace.

ArcView Image Analysis

Jak již název napovídá, jde o rozšíření (extension) desktopového GIS programu firmy ESRI. Tento produkt vznikl jako výsledek spolupráce firem ESRI a ERDAS a představuje uživatelsky nenáročný nástroj na zpracování rastrových dat. Rozšíření podporuje přímé čtení rastrových dat formátů ERDAS IMAGINE, GRID, TIFF/GeoTIFF, Landsat, IRS1C, RPF, CIB, CADRG a USGS DOQ. Program nabízí velmi interaktivní nástroj pro adjustaci rastrových souborů, dále poskytuje nástroje pro vizualizaci, barevné a prostorové zvýraznění obrazu, multispektrální klasifikaci, nástroje pro analýzu časové řady a další. Výsledky rastrové analýzy lze převést do vektorového formátu. Rozšíření spolupracuje s verzí ArcView 3.0a a vyšší na platformě Windows 95/NT.

Závěr

Družicové snímky a zejména jejich digitální podoba představují významný zdroj dat pro GIS. Uživatelé si dnes mohou vybrat z celé řady komerčně dostupných zdrojů těchto dat a pro analýzu použít pokročilé analytické nástroje, umožňující vytvářet velmi sofistikované geografické informační systémy, využívající současně rastrová i vektorová data. Společnost ARCDATA PRAHA nabízí nejen výběr těchto dat od dvou mezinárodních společností zabývajících se prodejem družicových snímků, ale i pokročilé analytické nástroje na jejich zpracování z produkce firem ERDAS a ESRI. Pro základní zpracování družicových dat postačí rozšíření ArcView Image Analysis, náročnější uživatelé si mohou vybrat z nabídky modulárního řešení ERDAS Imagine.

Miloš René



Bližší informace můžete získat na stránkách společnosti poskytujících družicové snímky a data:
www.eurimage.it:80/Products/prod_servs.html
www.softimage.fr