

# NOVÉ DRUŽICE S VELMI VYSOKÝM ROZLIŠENÍM

*Marie Háková*

Gisat s.r.o  
Charkovská 7, 101 00 Praha 10  
marie.hakova@gisat.cz

## Úvod

Družicové snímky se v posledním desetiletí staly jedním z nejčastěji využívaných zdrojů geografické informace v mnoha oborech lidské činnosti. Bylo to umožněno zejména rychlým technologickým vývojem v oblasti dálkového průzkumu Země, díky kterému se tento obor přesunul z oblasti výzkumné a vojenské do komerční sféry.

Obrovský posun nastal především v oblasti prostorového rozlišení. Nejnovější družice dnes umožňují získat snímky s přesností lepší než 1m vhodné pro mapování v měřítcích 1: 5 000 až 1: 10 000. I při tomto detailu si zachovávají družicová data vysoké spektrální rozlišení a v barevném režimu jsou snímky vždy pořizovány také v oblasti infračervené části optického spektra. Současně jsou dnes také k dispozici vedle optických dat i specifické družicové systémy pořizující data radarová nebo hyperspektrální.

Stále častější využívání družicových snímků je umožněno jejich lepší dostupností. Až na výjimky byl uživatel dříve odkázán na archívy snímků pořizovaných bez ohledu na klimatické podmínky nebo přání zákazníka. V dnešní době již většina komerčně orientovaných družicových systémů umožňuje pořízení snímků na základě individuální žádosti zákazníka. Ten má možnost přesně definovat území, vybrat vhodné časové období i další parametry požadovaných družicových dat.

Veškerá pořizovaná data jsou vždy archivována. Díky tomu stále narůstá počet aplikací založených na studiu vývoje a posouzení změn nejrůznějších aspektů životního prostředí. Rozsáhlé archívy v kombinaci se snadnou dostupností aktuálních snímků prakticky jakéhokoliv území povyšují družicová data na neocenitelný informační zdroj a činí z nich mapovací nástroj dostupný každému uživateli. Ceny družicových snímků se přizpůsobily konkurenčnímu prostředí na trhu geografických dat a díky tomu se družicová data stále častěji stávají efektivnější alternativou použití klasických postupů, např. leteckého snímkování nebo pozemního mapování.

Od června do prosince 2007 bylo vyneseno na oběžnou dráhu dalších pět družic. Patří k nim družice TerraSAR-X, Worldview-1, Radarsat-2 a COSMO-SkyMed 1,2.

## TerraSAR-X

Radarová družice TerraSAR-X byla vynesena na oběžnou dráhu 15. června 2007 z bajkonurského kosmodromu v Kazachstánu.

TerraSAR-X je provozována německou společností Infoterra GmbH. Jedná se o družici umožňující pořízení radarových dat s prostorovým rozlišením až 1m, která jsou v České republice a na Slovensku nabízena prostřednictvím naší firmy.

Dodavatelem řídicího softwaru, kterým bude pětmetrový satelit o hmotnosti 1230kg na své cestě vesmírným prostorem po celou dobu provozu řízen a sledován, je firma Siemens z Rakouska. Koncern Siemens dodal nejdůležitější komponenty pozemního satelitního řídicího systému a má na starosti také jejich opravu a údržbu. Tento systém vytvořila ESA a společnost Siemens ho pro novou družici přizpůsobila a dále rozvinula.

Pro komerční využití dat, které TerraSAR-X získala, založila firma Astrium dceřinnou společnost Infoterra GmbH.

Satelit se pohybuje na polární oběžné dráze ve výšce 514 km a aktivní anténou zaznamenává nová a kvalitní radarová data z celé planety. Činnost satelitu není ovlivněna povětrnostními podmínkami, oblačností ani slunečním zářením.



Obrázek 1: Snímek TerraSar-X – radarová data SpotLight s rozlišením 1m (pyramidy v Gize, Egypt), datum pořízení 2.7.2007.

TerraSAR-X je další evropskou nízkoorbitovou družicí v pořadí, která využívá radarovou technologii SAR, konkrétně v rentgenovém spektru včetně interferometrických měření. Globální pokrytí naznačuje též budoucí využití družice v programech GMES a GEO. TerraSAR-X je prvním komerčně využívaným satelitem s radarovým rozlišením až 1m. Životnost družice se odhaduje minimálně na 5 let.

## 1. Popis

Třísose stabilizovaná družice o délce 4.88 m a průměru 2.4 m s částí bočních stěn pokrytých fotovoltaickými bateriemi dodávajícími minimálně 88W elektrické energie (spotřeba systémů, z toho užitečné zařízení 605W). Na palubě nese: radiolokátor SAR-X (Synthetic Aperture Radar X-band) pracující v pásmu X (9.65GHz, šířka pásma 300MHz, 384 vysílacích a přijímacích modulů) pro mapování zemského povrchu (minimální velikost záběru 5×10 km, rozlišení podle velikosti záběru 1, 3 nebo 16 m) s anténou o rozměrech 4.80×0.80×0.15 m (hmotnost přístroje 394kg). Perioda opakování přeletu je 11 dní. Data jsou zaznamenávána do palubní velkokapacitní polovodičové paměti s kapacitou 256 Gbit. Přenos dat se uskutečňuje v pásmu X (8GHz, rychlost přenosu 300Mbit/s).

Řídící středisko GSOC (German Space Operations Center) se nachází ve městě Oberpfaffenhofen (Německo), povelová pozemní stanice u Welheim (Německo) a příjem naměřených dat zajišťuje pozemní stanice Neustrelitz (Německo).

TerraSAR-X je prvním německým satelitem vyrobeným v rámci partnerství veřejného a soukromého sektoru (tzv. Public Private Partnership) mezi Německým centrem pro letectví a kosmonautiku (DLR) a společností Astrium GmbH z Friedrichshafenu, která je předním odborníkem v oblasti družicové technologie. Astrium GmbH hradila náklady spojené s vytvořením, stavbou i nasazením družice na oběžnou dráhu, DLR odpovídá za vědecké cíle družice a její provoz.

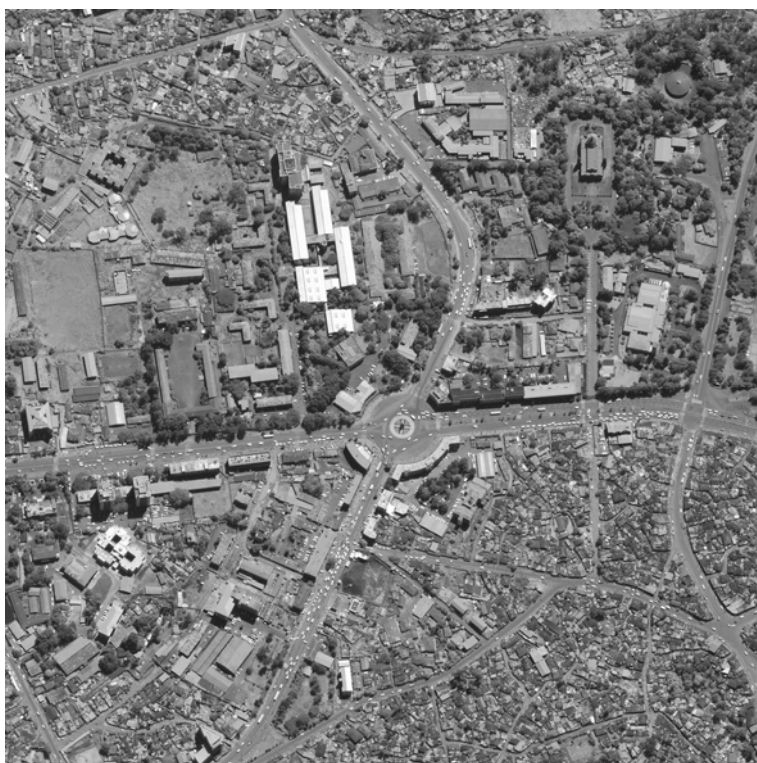
Tabulka 1. Technické parametry družice TerraSAR-X.

Družice	Senzor	Typ dat	Počet pásem	Prostorové rozlišení	Archív od
TerraSAR-X	SAR	Radarová	1	1, 3, 16	2007

## WorldView-1

Americká firma DigitalGlobe, poskytovatel družicových dat s nejlepším prostorovým rozlišením na světě (družice QuickBird) nechala vynést na oběžnou dráhu 18. září 2007 družici WorldView-1, která poskytuje v současnosti ještě lepší data – pouze panchromatická s prostorovým rozlišením 50 cm.

WorldView-1 je součástí NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) v rámci programu NextView a je zčásti financována prostřednictvím smlouvy s NGA. Většina dat pořízených WorldView-1 pro NGA bude dostupná také pro distribuci DigitalGlobe. Dodatečně WorldView-1 pomáhá QuickBirdu pokrýt stále rostoucí požadavky po datech s velmi vysokým rozlišením.



Obrázek 2: Snímek WorldView-1 – černobílá data s rozlišením 0.5m (Addis Abeba, Etiopie).

WorldView-1 je první z generace dvou nových družic firmy DigitalGlobe. Ball Aerospace, Technologies Corp. A ITT Corporation postaví družici WorldView-2, která by měla startovat koncem roku 2008. Pak bude mít DigitalGlobe na oběžné dráze konstelaci tří družic, které budou nabízet největší komerční pořizovací kapacitu s možností pokrýt denně více jak 1 000 000 km<sup>2</sup> daty s velmi

vysokým rozlišením. WorldView-2 bude mít 8 multispektrálních pásem, což umožní použít data pro větší množství aplikací.

Data WorldView-1 s nevídanou přesností lze použít pro mapová měřítka 1: 5 000. Družice je schopna pořídit v průběhu jednoho dne data z území o velikosti 750 000 km<sup>2</sup>. V kombinaci s QuickBirdem a WorldView-2 (start plánován na rok 2008) se stane WorldView-1 součástí sestavy nabízející termínové rozlišení 1-2 dny a schopností pořídit velmi rozsáhlá území v průběhu jednoho obletu.

## 1. Přesnost

S předpokládanou přesností 3-7 m (CE90%) WorldView-1 poskytuje data, z nichž lze přímo vytvářet mapy. To značně snižuje potřebu nákladně pořizovaných GCPs, zkracuje dobu ortorektifikace a zvyšuje její přesnost. Očekávaná polohová přesnost s použitím údajů o poloze družice získaných bezprostředně po vyslání dat na zem je 19m, zatímco při použití zpřesněných údajů dostupných za 2 hodiny po přeletu je 5 m. Chyba zaměření osy pozorovacího úhlu na zemský povrch je menší než 500 m.

## 2. Flexibilita družice

Družice WorldView-1 se může natáčet dopředu, dozadu, na východ a na západ s rychlostí přesunu asi 200 km na zemském povrchu za 7 sekund. Tak může pořídit data z několika míst při jednom přeletu. Spolu s dvousměrovým skenováním to znamená větší mapovací kapacitu, rychlejší přijímání objednávek z oblastí většího zájmu a účinné pořizování stereodat podél letu. Družice může současně vysílat data na zem a zároveň pořizovat data nová. Palubní polovodičová paměť s kapacitou 2 200Gb a vysokorychlostní vysílací linka 800 Mb/s se záložními anténami rovněž přispívá ke zvýšení mapovací kapacity družice, která je čtyřikrát větší než má QuickBird.

## 3. Mapovací kapacita na jednom oběhu pro mono data

1 pás dlouhý 650 km nebo 1 území o velikosti 60×110 km.

## 4. Mapovací kapacita na jednom oběhu pro stereo data

3 pásy dlouhé 55 km, 2 pásy dlouhé 110km nebo 1 pás dlouhý 220 km.

## 5. Dostupnost dat

Ačkoli přibližně 60% globální kapacity družice WorldView-1 je vyčleněno pro potřeby NGA, DigitalGlobe oznámil, že objem dat pro komerční účely bude u WorldView-1 přinejmenším stejná jako je u QuickBirdu. Většina dat pořizovaných NGA bude nabízena k prodeji z archivu za archivní ceny. Je pravděpodobné, že se v budoucnosti NGA rozhodne některé své objednávky přesunout z QuickBirdu na WorldView-1, tím by se uvolnila na QuickBirdu další kapacita na pořizování nových dat.

## 6. Formáty dat

Produkty WorldView-1 dat jsou dostupné v následujících formátech:

GeoTIFF 1.0, NITF 2.0, NITF 2.1.

Tabulka 2. Technické parametry družice WorldView-1.

Družice	Senzor	Typ dat	Počet pásem	Prostorové rozlišení	Archív od
WorldView-1	PAN	Optická	1	0.5	2007

## Radarsat-2

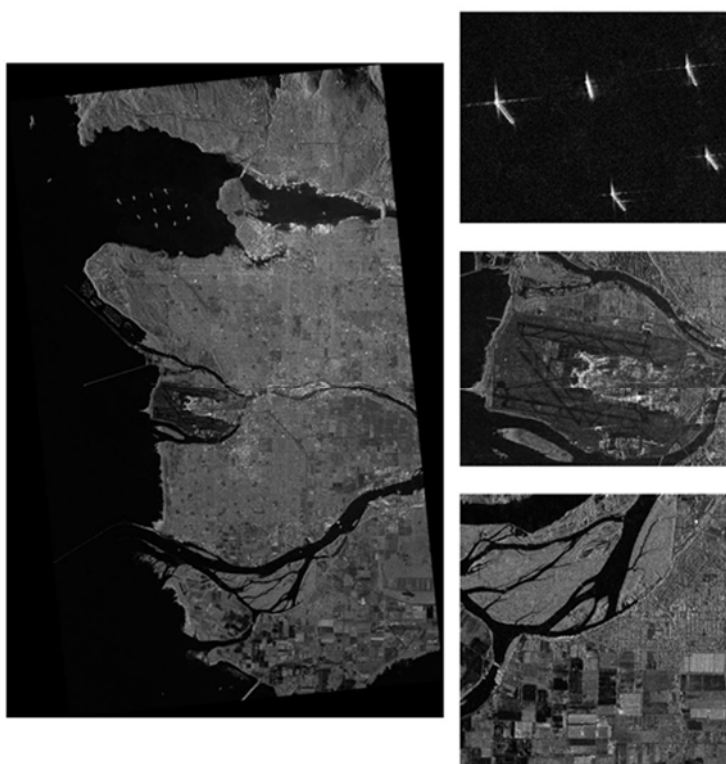
Družice byla vynesena na oběžnou dráhu 14.12.2007. Program RADARSAT-2 navazuje na velmi úspěšnou družici RADARSAT-1, která byla vynesena na oběžnou dráhu v roce 1995 a je funkční již více než 12 let. RADARSAT-2 je výsledkem vyjimečného partnerství mezi Kanadskou kosmickou agenturou (CSA) a společností MDA (MacDonald Dettwiler and Associates Ltd). Program RADARSAT-2 potvrzuje dobré postavení Kanady ve vývoji, působení a marketingu v oblasti technologií pozorování Země a jejich využívání.

Společnost MDA je hlavní dodavatel družice RADARSAT-2, je zodpovědná za všechny programové etapy, od úvodního projektu a vývoje, přes start družice, plánování provozu družice a distribuci dat. MDA vlastní exkluzivní práva na data z družice RADARSAT-2 a bude je distribuovat prostřednictvím celosvětové sítě distributorů a pozemních přijímacích stanic.

### 1. Novinky družice Radarsat-2

RADARSAT-2 je kanadskou radarovou komerční družicí druhé generace. Je navržena s několika technickými zlepšeními tak, aby mohla poskytovat lepší informaci pro aplikace jako jsou sledování životního prostředí, mapování ledovců, mapování přírodních zdrojů, krizový management a kontrola moří.

RADARSAT-2 nabízí nové zobrazovací možnosti, rychlejší možnost programování a doručení dat. Nové zobrazovací možnosti zahrnují: lepší rozlišení (3 m), flexibilita ve výběru polarizací, pořizování dat vpravo i vlevo od směru letu. Navíc RADARSAT-2 má kvalitnější ukládání dat do palubní paměti na družici a mnohem přesnější měření pro polohu i orientaci družice. RADARSAT-2 patří k moderním komerčním radarovým družicím a je představitelem nové generace družic s většími zobrazovacími schopnostmi, širším výběrem produktů a lepší nabídkou služeb.



Obrázek 2: Snímek Radarsat-2 – Ultra-Fine beam mode, HH polarizace (Vancouver, Lower Mainland) pořízený 6. června 2008 .

## 2. Družice

Veškerá vylepšení, rozšířená řada vysoce kvalitních produktů a služeb družice RADARSAT-2, jsou založeny na zkušenostech získaných s provozem stávající družice RADARSAT-1. Družici tvoří základní modul (obsahující sluneční baterii, vybavení pro funkci pozorovacích přístrojů a vyklápěcí systém), pozorovací systém SAR – SAR anténa s elektronikou a rozkládací konstrukcí. Na oběžné dráze je 2200kg vážící družice vystavena extrémnímu teplotnímu kolísání od -170°C do +150°C. Družice má proto vnější tepelný plášť zhotovený z mylaru a vlastní ohřívací systém, který zajišťuje vhodnou provozní teplotu přístrojů. Další zvláštní materiálovou ochranu má družice proti působení magnetických a elektrických polí a kosmickému záření a energetickým částicím.

## 3. Přístrojové vybavení družice Radarsat-2

Jediným přístrojem družice je radiolokátor SAR (Synthetic Aperture Radar) vybavený vylepšenou anténou a dokonalejší elektronikou pro pořizování a záznam radarových signálů. SAR je výkonný přístroj, který vysílá a přijímá mikrovlnné signály procházející mraky, mlhou, kouřem a odražené od zemského povrchu – takto je proto možné pořizovat data bez ohledu na počasí nebo sluneční osvětlení. Tento zobrazující radar poskytuje podstatné výhody při sledování Země za podmínek, které by znemožnily pořizování dat letadlem nebo optickými družicemi. Anténa RADARSAT-2 může pracovat v různých režimech a nabídnout data s velmi vysokým a nízkým prostorovým rozlišením Země od 3m do 100m. RADARSAT-2 pracuje v pásmu C, takže zaručuje návaznost na všechny existující módy družice RADARSAT-1. Přitom nabízí rozšířenou řadu dalších vlastností jako je lepší prostorové rozlišení a nebo výběr různých polarizačních rovin, v nichž jsou data měřena. Nové možnosti jsou založeny na schopnostech nového typu aktivní antény složené ze sady stovek přijímacích modulů. Plně počítačově kontrolovaná anténa může být řízena elektronicky v celé šířce záběru a mezi jednotlivými operačními módy může být přepnuta v průběhu několika vteřin.

Tabulka 3. Technické parametry družice Radarsat-1 a Radarsat-2.

Družice	Senzor	Typ dat	Počet pásem	Prostorové rozlišení	Archív od
Radarsat-2	SAR	Radarová	1	3, 8, 12, 18, 25, 30, 40, 50, 100	2008
Radarsat-1	SAR	Radarová	1	8, 25, 30, 35, 50, 100	1996

## COSMO-SkyMed 1 a 2

Italská družice COSMO-SkyMed 1 byla úspěšně vynesena na oběžnou dráhu 6. června 2007.

COSMO-SkyMed (Constellation of Small Satellites for Mediterranean basin Observation) je společný program italské kosmické agentury a italského ministerstva obrany zahrnující sestavu čtyř družic s radarovou aparaturou SAR-2000 (Synthetic Aperture Radar-2000). Družice budou provozovány v duálním režimu, umožňujícím pořizování dat pro civilní i vojenské účely. První ze řady družic COSMO-SkyMed 1 úspěšně odstartovala 6.června ze základny Vandenberg Air Force Base v Kalifornii s využitím nosné rakety Delta II americké společnosti Boeing. Tato družice bude pořizovat radarová data ve frekvenčním pásmu X v několika režimech s proměnným prostorovým rozlišením 1 m – 100 m.

Pro další družice jsou připravovány multifrekvenční radarové aparatury (X-, C- L- and P-band). Podobně jako u německého programu TerraSAR-X je plánován provoz dvou družic ve speciální tandemové konfiguraci umožňující průběžné pořizování interferometrických dat.

## **Závěr**

Počet družic pořizujících obrazová data pro komerční účely se dnes pohybuje v několika desítkách a v následujících letech je plánováno uvést do provozu řadu dalších družicových systémů. Na srpen 2008 je plánován dlouho očekávaný start družice GeoEye-1 americké společnosti GeoEye, která by měla mít doposud nejlepší prostorové rozlišení komerční družice – 0.41m pro panchromatická a 1.65m pro multispektrální data.

V článku byly použity informační zdroje organizací, které provozují jednotlivé družice: Infoterra GmbH, DigitalGlobe, MDA, Agenzia Spaziale Italiana.

## **Literatura**

- [1] [Online]. Available: <http://www.infoterra.de>
- [2] [Online]. Available: <http://www.digitalglobe.com>
- [3] [Online]. Available: <http://www.mdacorporation.com>
- [4] [Online]. Available: <http://www.asi.it>