

Spracovanie satelitných obrazových záznamov pre kampaň 2004 Kontroly diaľkovým prieskumom Zeme

Orthorectification of satellite images for the 2004 Campaign of Control
with Remote Sensing

Mgr. PETER SCHOLTZ, Mgr. ILDIKÓ SZŐCSOVÁ

Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy

Gagarinova 10

827 13 Bratislava

scholtz@vupu.sk, szocsova@vupu.sk

ABSTRAKT

Dotácie sú kľúčovou zložkou v sektore poľnohospodárstva a vo výraznej miere prispievajú k zabezpečeniu prosperity poľnohospodárskych subjektov. Treba zdôrazniť, že sa jedná o nemalé finančné prostriedky, a preto je kontrole oprávnenosti poberania dotácií venovaná veľká pozornosť. Európska Komisia si uvedomuje dôležitosť tohto procesu, a pričom na kontroly využíva viacero metód. Najefektívnejšou je kontrola pomocou metód diaľkového prieskumu Zeme, keďže táto metóda umožňuje za krátky čas a relatívne málo peňazí skontrolovať rozsiahle územie.

Pre zvýšenie presnosti a vierohodnosti kontroly sa Európska Komisia snaží zachytiť trend, ktorým je využívanie satelitných obrazových záznamov s veľmi vysokým rozlíšením. Využitie takýchto vstupných údajov kladie vysoké nároky na kvalitu spracovania, najmä čo sa týka geometrickej presnosti. Existuje mnoho metód diferenciálneho prekreslenia obrazu – každá z týchto metód má špecifické nároky na vstupné údaje, hlavne čo sa týka ich kvality. Európska Komisia si uvedomuje dôležitosť geometrickej presnosti používaných satelitných obrazových záznamov a preto striktno definuje záväzné požiadavky. V rámci kampane 2004 Kontroly metódou diaľkového prieskumu Zeme v Slovenskej republike sa využili viaceré druhy satelitných obrazových záznamov, s vysokým aj veľmi vysokým rozlíšením, a teda aj rôzne druhy metód diferenciálneho prekreslenia obrazu. Výsledky dosiahnuté pri diferenciálnom prekreslení satelitných obrazových záznamov použitých v kampani 2004 sú výrazne lepšie ako maximálne prípustné hodnoty definované Európskou Komisiou.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: diferenciálne prekreslenie obrazu, kontrola kvality, satelitný obrazový záznam, IKONOS2, vlíčovacie body, nezávislé kontrolné body

ABSTRACT

The subsidies play a key role in agriculture sector and contribute to the prosperity of agricultural subjects. The subsidies to agriculture sector represent major part of European budget and that's why there is taken an emphasis to control the rightfulness of reception of subsidies. European Commission takes this fact to consideration and uses more methods of control. The most effective method is the Control with Remote Sensing. This method allows to control large areas in short time and costs relatively less.

To increase the precision and reliability of controls European Commission tries to catch the trend to use satellite images with very high resolution. To process these data high level of quality is required, especially concerning the geometric precision. Many methods of orthorectification exist and each has its own requirements for the quality of input data. European Commission realizes the importance of geometric accuracy of used satellite images and defines strict criteria. Several types of satellite images (high and very high resolution) and methods of orthorectification were used in the 2004 campaign of Control with Remote Sensing in Slovak Republic. Results of orthorectification of 2004 campaign satellite images were markedly better than the maximum allowed thresholds defined by European Commission.

KEY WORDS: orthorectification, quality control, satellite image, IKONOS2, ground control point (GCP), independent check point (ICP)

ÚVOD

Čerpanie priamej finančnej pomoci zo zdrojov Európskej Únie (EÚ) Slovenskou republikou je podmienené existenciou funkčného Integrovaného administratívneho a kontrolného systému (IACS – Integrated Administrative and Control System). Tento je nástrojom na rozdeľovanie a kontrolu využívania prostriedkov na podporu rozvoja poľnohospodárstva vo vybraných oblastiach a komoditách. IACS bol zavedený ako reakcia na princípy Spoločnej poľnohospodárskej politiky (CAP – Common Agriculture Policy) členských štátov EÚ. Medzi základné komponenty IACS patrí: identifikačný systém poľnohospodárskych parciel (LPIS – Land Parcel Identification System), administratívny systém spracovávania žiadostí a integrovaný kontrolný systém. Podľa nariadení Európskej Komisie (EK) členské štáty sú povinné kontrolovať minimálne 5 % žiadostí o priame platby na poľnohospodársku plochu, pričom sa kontroluje pestovaná plodina ako aj užívaná výmera. Rozlišujú sa dve hlavné metódy kontrol:

- **kontroly na mieste** – pri tejto metóde sa jedná o klasické fyzické návštevy v teréne. Poľnohospodársky využívaná plocha sa väčšinou zameriava pomocou metód GPS so submetrovou presnosťou.
- **kontroly diaľkovým prieskumom Zeme (DPZ)** – pri tejto metóde sa využívajú metódy DPZ.

Kontrola diaľkovým prieskumom Zeme

Pre kontrolu pestovanej plodiny sa väčšinou používajú satelitné obrazové záznamy s vysokým rozlíšením (napr. SPOT, Landsat alebo IRS), pričom sa využívajú 3 alebo 4 záznamy z rôznych

časových období. Pre účely kontroly užívanej výmery sa od roku 2004 využívajú záznamy s veľmi vysokým rozlíšením z nosičov IKONOS2, QuickBird-2, EROS-A1 a SPOT 5 Supermode.

Kontrola oprávnenosti poberania dotácií sa na základe kontraktov s Ministerstvom pôdohospodárstva SR rieši na Výskumnom ústave pôdoznanectva a ochrany pôdy (VÚPOP) od roku 2001. V roku 2003 sa uskutočnil pilotný projekt kontroly pomocou údajov DPZ na dvoch územiach Nových Zámok a Prešova. Tento projekt sa riešil v rámci pilotných projektov v kandidátskych krajinách koordinovaných JRC Ispra (Joint Research Center - Spoločné výskumné stredisko EÚ v Ispre). Rok 2004 bol prvým rokom ostrej prevádzky systému kontroly pomocou DPZ s využitím obrazových záznamov s veľmi vysokým rozlíšením.

Kampaň 2004

V rámci kampane 2004 sa na území Slovenskej republiky skontrolovalo 1% žiadostí o dotácie metódami kontrol na mieste a 6,4% metódami DPZ. Kontrola metódami DPZ v roku 2004 bola vykonaná Výskumným ústavom pôdohospodárstva a ochrany pôdy na základe kontraktu s Pôdohospodárskou platobnou agentúrou SR (PPA SR).

Slovenská Administratíva rozhodla, že kampaň 2004 kontroly diaľkovým prieskumom Zeme bude realizovaná na dvoch územiach:

- územie na Podunajskej nížine (PODU) definované kruhom s polomerom 25km. Pre kontrolu užívanej výmery bol použitý satelitný obrazový záznam SPOT5 Supermode s geometrickým rozlíšením 3m.

- územie na východe Slovenskej republiky pri mestách Vranov nad Topľou a Strážske (VRAN) definované štvorcem 20x20km. Užívaná výmera bola kontrolovaná na satelitných obrazových záznamoch IKONOS2 s geometrickým rozlíšením 1m.

MATERIÁLY A METODIKA

Satelitné systémy

Na základe geometrického rozlíšenia sa satelitné systémy delia na nasledovné triedy:

- s nízkym rozlíšením – s veľkosťou obrazového prvku 500m - 1500m. Satelity: NOAA, SPOT Vegetation, ...

- so stredným rozlíšením – s veľkosťou obrazového prvku 30m - 500m. Satelity: MERIS, MODIS, ...

- s vysokým rozlíšením – s veľkosťou obrazového prvku 3m - 30m. Satelity: Landsat, IRS, SPOT, ASTER, ...

- s veľmi vysokým rozlíšením - veľkosť obrazového prvku 1m - 3m. Satelity: QuickBird-2, IKONOS2, Orbview-3, EROS-1A, SPOT 5 Supermode

Diferenciálne prekreslenie obrazu

Diferenciálne prekreslenie obrazu predstavuje digitálnu transformáciu satelitného obrazového záznamu vyhotoveného centrálnou projekciou do pravouhlého (ortogonálneho) kartografického

zobrazenia, pričom sa eliminujú skreslenia spôsobené hlavne objektívom, náklonom satelitu a z výškových rozdielov terénu.

Pre správne diferenciálne prekreslenie obrazu je nutné použiť vhodné vstupné údaje:

-satelitné obrazové záznamy vo vhodnom stupni spracovania (určené pre diferenciálne prekreslenie obrazu). Podmienkou je, aby záznamy neboli geometricky upravené.

Satelit	Typ Záznamu
QuickBird-2	Ortho Ready Standard
IKONOS 2	Geo Ortho Kit
OrbView-3	BASIC Express a BASIC Enhanced
EROS-A1	Level 1A
SPOT 5	Level 1A

Tabuľka 1. Typy satelitných obrazových záznamov vhodných pre diferenciálne prekreslenie

-vhodný digitálny model terénu (DTM). Presnosť DTM definovaná EK sa nachádza v tabuľke č.

2.

Rozlíšenie	Inklinácia	Stredná výšková chyba m_z
HR		10 - 20 m
VHR	< 15°	< 5 m
VHR	> 15°	< 2 m

Tabuľka 2. Presnosť DTM pre diferenciálne prekreslenie obrazu

- vhodné vlícovacie body. Body majú byť vhodne rozmiestnené a jednoznačne identifikovateľné, pričom ich polohová presnosť musí byť minimálne 3-krát vyššia ako je očakávaná presnosť diferenciálneho prekreslenia obrazu (Európska Komisia, 2003b).

Pre diferenciálne prekreslenie satelitných obrazových záznamov sa väčšinou používajú dve metódy:

- **metódy fyzikálnych modelov:** tieto modely exaktne opisujú transformáciu medzi súradnicami objektu a súradnicami satelitného obrazového záznamu. Zakladajú sa na fyzikálnych parametroch kamery (ohnisková vzdialenosť, súradnice hlavného bodu, veľkosť obrazového prvku a skreslenie objektívu), parametre polohy satelitu a natočenie kamery. Tieto modely sú väčšinou založené na podmienke kolineárnosti (Di et al., 2002), podobne ako aj vo fotogrametrii (Čerňanský, 1986).

- **metódy podielov funkcií:** tieto metódy aproximujú transformáciu medzi súradnicami objektu a súradnicami satelitného obrazového záznamu na základe podielov funkcií. Väčšinou sa využívajú štyri polynómy tretieho stupňa.

Použitie metódy fyzikálnych modelov a metódy podielov funkcií je závislé od zverejnenia parametrov snímacieho zariadenia prevádzkovateľom satelitného systému a od implementácie v príslušnom programovom prostredí.

Materiály

Satelitné obrazové záznamy boli dodané v priebehu kampane prostredníctvom JRC.

Územie	Platforma	Dátum sním ania	Vekosť obr. prvku	Oblačnosť	DTM
PODU	SPOT 5	22.4.2004	10 m	0%	20m
	SPOT 4	8.6.2004	20 m	1%	20m
	SPOT 5	4.8.2004	2,8m	0%	20m
	SPOT 5	9.8.2004	2,8m	8%	20m
	SPOT 2	21.7.2004	20 m	0,50%	20m
VRAN	SPOT 2	15.4.2004	20 m	0%	40m
	SPOT 4	14.6.2004	20 m	0%	40m
	IKONOS 2	8.6.2004	1m	12%	5m
	IKONOS 2	8.6.2004	1m	12%	5m
	EROS-A1	15.6.2004	2m	0%	5m
	EROS-A1	5.7.2004	2,1m	0,50%	5m
	SPOT 5	19.7.2004	10 m	1%	20m

Tabuľka 3. Satelitné obrazové záznamy pre kampaň 2004

Výber **vlícovacích bodov** a následne aj **kontrolných bodov** si vyžaduje prax a zručnosť. Body musia byť jednoznačne identifikovateľné v zmysle geometrického rozlíšenia satelitného obrazového záznamu. Jednoznačne identifikovateľné body sú reprezentované viditeľnými objektami identifikovanými v teréne (v prípade IKONOSU) alebo na inom zdroji ako napr. digitálne ortofotosnímky (v prípade satelitných obrazových záznamov s vysokým rozlíšením) a na satelitných obrazových záznamoch.

Vlícovacie a kontrolné body použité pre účely spracovania satelitných obrazových záznamov s vysokým geometrickým rozlíšením a SPOT 5 Supermode boli merané na digitálnych ortofotosnímках.

Pre spracovanie obrazových záznamov zo satelitu IKONOS2 bol, z dôvodu dodržania predpísanej presnosti, použitý iný zdroj vlícovacích a kontrolných bodov – body sa zamerali metódou statického fázového merania s použitím dvoch GPS prijímačov Leica GS20. Jeden z prijímačov bol postavený na známom geodetickom bode a slúžil ako referenčná stanica a druhý, ako pohyblivá stanica (rover), bol postavený na vybranom vlícovacom alebo kontrolnom bode. Minimálny čas observácie na bode bolo 15 minút. Merania sa spracovali v programe Leica SKI-Pro s použitím lokálneho transformačného kľúča. Pre výpočet lokálnej transformácie sa použilo 5 bodov, pričom výsledná stredná polohová chyba transformácie je $m_{xy} = 0,05$ m. Súradnice geodetických bodov pre merania poskytol Geodetický a kartografický ústav Bratislava (GKU).



Obraz 1. (v ľavo) Ukážka bodu s presne určenými geodetickými súradnicami



Obraz 2. (v pravo) Ukážka vĺicovacieho bodu

Pre každý meraný bod bola vyhotovená dokumentácia, ktorá pozostáva z nasledujúcich častí: všeobecné informácie (názov úlohy, miesto, meno meračov, prístroj, metóda a dátum), náčrt (satelitný obrazový záznam, fotografia alebo náčrt), popis (stručný popis bodu) a výsledky merania (súradnicový systém, presnosť merania a použitý transformačný kľúč).

Digitálne modely terénu použité pre diferenciálne prekreslenie satelitných obrazových záznamov s vysokým a veľmi vysokým geometrickým rozlíšením boli vyhotovené fotogrametrickými metódami dodávateľmi digitálnych ortofotosnímkov.

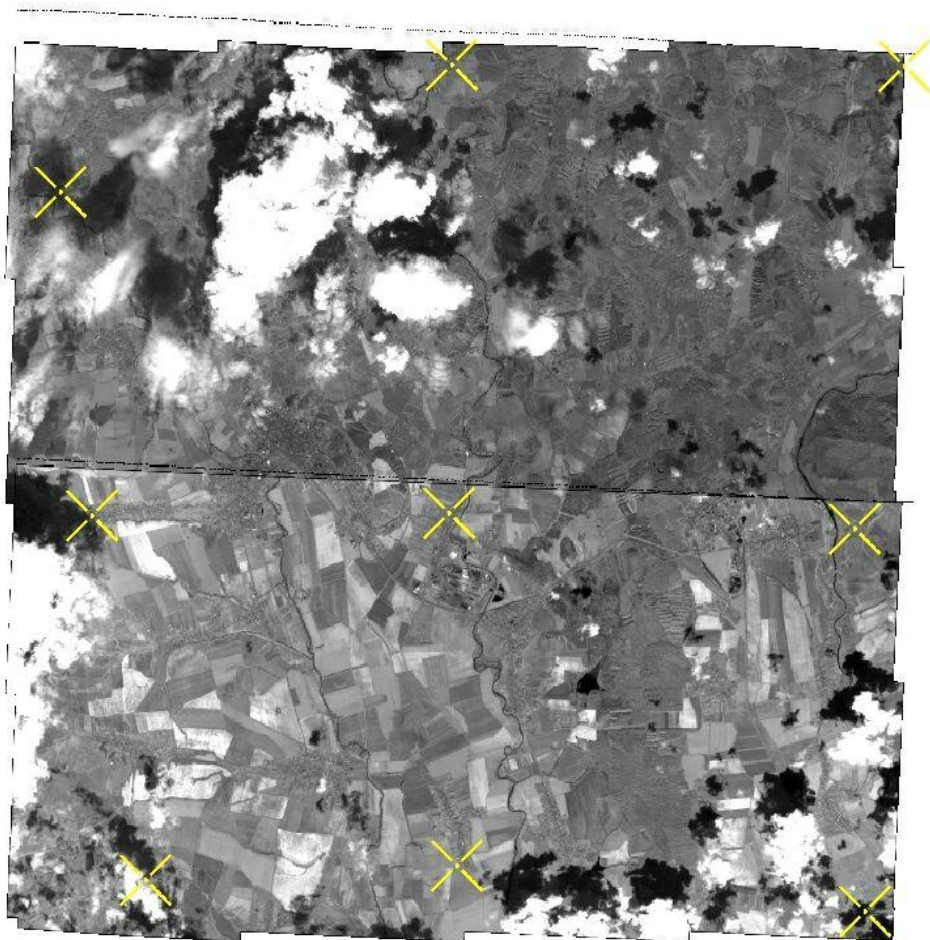
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Diferenciálne prekreslenie obrazu

Diferenciálne prekreslenie satelitných obrazových záznamov bolo vykonané v softvérovom prostredí ERDAS Orthobase 8.6.

Pre diferenciálne prekreslenie multispektrálnych satelitných obrazových záznamov s vysokým geometrickým rozlíšením ako napr. SPOT2, SPOT4 a SPOT5 bol použitý polynomický model. Satelitné obrazové záznamy z družice IKONOS 2 boli spracované pomocou IKONOS RPC modelu metódou podielu polynómov.

Pre satelitné obrazové záznamy s vysokým rozlíšením a záznamy SPOT 5 Supermode bolo použitých 16 až 20 vĺicovacích bodov meraných na digitálnych ortofotosnímkach. V prípade obrazových záznamov zo satelitu IKONOS2 bolo v teréne zameraných 9 vĺicovacích bodov metódou GPS - 6 na každej scéne, pričom 3 z nich sa nachádzali v prekryte scén (Obrázok 3).



Obrázok 3. Rozmiestnenie vlíčovacích bodov na obrazových záznamoch z družice IKONOS2

Európska Komissia definuje geometrickú presnosť diferenciálne prekreslených satelitných obrazov záznamov na základe strednej polohovej chyby m_x a m_y na kontrolných bodoch nasledovne (Európska Komissia, 2004a):

Typ údajov	m_x, m_y
IKONOS2	2.5 m
SPOT 2, 4 multispektrálny	30 m
SPOT 5 multispektrálny	15 m
SPOT 5 Pan Supermode	5 m

Tabuľka 4. Maximálna povolená stredná polohová chyba $m_{x,y}$

Vyššie uvedené hodnoty strednej polohovej chyby sa aplikujú zvlášť v smere X a Y. Zvyškové chyby na jednotlivých vlíčovacích bodoch musia byť menšie než 0,5 tolerancie pre geometrickú presnosť uvedené v Tabuľke 3 (Európska Komissia, 2003b). Hodnoty reprezentované v Tabuľke 3. predstavujú 1,5-násobok veľkosti obrazového prvku záznamu, a teda výsledky diferenciálneho prekreslenia obrazu majú byť do 0,75-násobku veľkosti obrazového prvku.

Obrazový záznam	Počet vlíc. bodov	Zdroj vlíc. bodov	m_{GCPX} [m]	m_{GCPY} [m]	m_{GCPZ} [m]	Rozlíšenie [m]
PODU						
SPOT5 - 22.04.2004	20	d. ortofotosnímka	4,75	4,00	6,21	10 m
SPOT4 - 08.06.2004	20	d. ortofotosnímka	5,49	5,96	8,10	20 m
SPOT2 - 21.07.2004	20	d. ortofotosnímka	6,81	7,34	10,01	20 m
SPOT5 - 04.08.2004	16	d. ortofotosnímka	1,50	1,51	2,93	3 m
SPOT5 - 09.08.2004	16	d. ortofotosnímka	1,43	1,46	2,92	3 m
VRAN						
SPOT2 - 15.04.2004	17	d. ortofotosnímka	5,00	6,92	8,54	20 m
SPOT4 - 14.06.2004	16	d. ortofotosnímka	3,27	4,36	5,45	20 m
SPOT5 - 19.07.2004	16	d. ortofotosnímka	3,97	3,61	5,37	10 m
IKONOS0-PAN - 08. 06. 2004	6	GPS	0,49	0,59	0,76	1 m
IKONOS0-MS - 08. 06. 2004	6	d. ortofotosnímka	1,00	1,24	1,59	4 m
IKONOS1-PAN - 08. 06. 2004	6	GPS	0,59	0,20	0,62	1 m
IKONOS1-MS - 08.06.2004	6	d. ortofotosnímka	1,15	1,36	1,78	4 m

Tabuľka 4. Výsledky diferenciálneho prekreslenia obrazov satelitných záznamov

Všetky výsledky spĺňajú vyššie uvedené kritériá a geometrická presnosť diferenciálneho prekreslenia obrazov (Tabuľka 4.) je vo väčšine prípadov menej než 0,5 násobok veľkosti obrazového prvku.

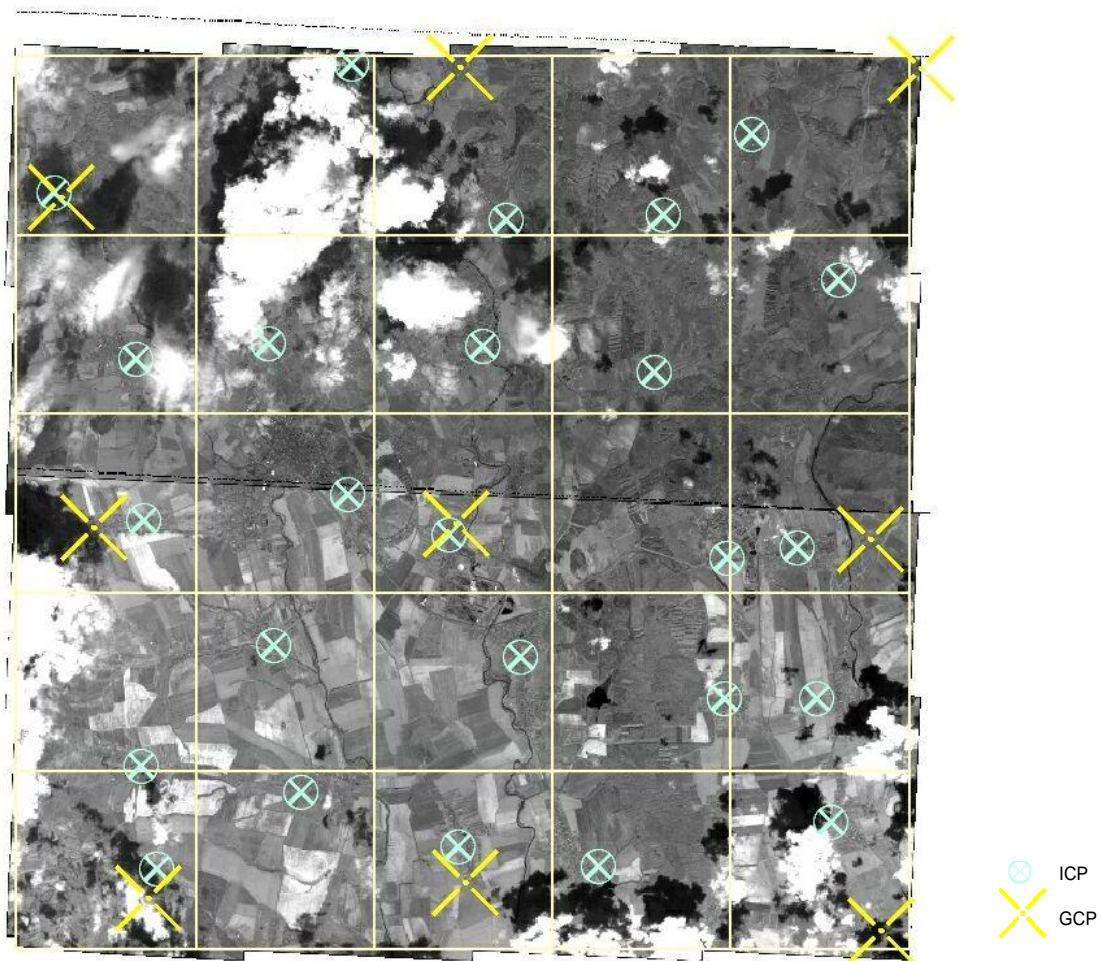
Kontrola kvality diferenciálneho prekreslenia obrazov

Kontrola diferenciálneho prekreslenia pozostáva z dvoch krokov:

- vizuálna kontrola pomocou naloženia vektorovej vrstvy LPIS
- meranie zvyškových chýb na kontrolných bodoch

Väčšinou sa pre hodnotenie presnosti diferenciálneho prekreslenia obrazu používajú kontrolné body. Metóda merania kontrolných bodov je rovnaká ako u vlícovacích bodov, ako to bolo už spomenuté. Kontrolné body pre kontrolu kvality satelitných obrazových záznamov s vysokým rozlíšením boli získané z digitálnych ortofotosnímkov a pre záznamy s veľmi vysokým rozlíšením z merania v teréne pomocou GPS prijímačov.

Kontrola kvality záznamov s vysokým rozlíšením bola vykonaná na 16 kontrolných bodoch. Pre potrebu overenia kvality diferenciálneho prekreslenia obrazu satelitného záznamu IKONOS2 bolo zameraných 25 kontrolných bodov (rozdielných od vlícovacích bodov). Pre každú scénu to predstavovalo 15 bodov, pričom 5 bodov sa nachádzalo v prekryte scén. Body v prekryte znižujú celkový počet meraných bodov pomocou GPS, čo predstavuje časovo najnáročnejšiu časť celého spracovania.



Obrázok 4. Rozmiestnenie kontrolných bodov na území VRAN

Satelitný záznam	Počet kontrolných bodov	d_x		d_y		m_x			m_y			m_{xy}		Veľkosť pixla [m]
		max [m]	prah [0m]	max [m]	prah [m]	pixel	[m]	prah [m]	pixel	[m]	threshold [m]	pixel	[m]	
SPOT2 - 15.04.2004	17	19.80	28.20	18.40	28.50	0.47	9.40	30	0.48	9.51	30	0.47	9.45	20
SPOT5 - 22.04.2004	16	9.66	14.76	11.51	14.86	0.49	4.92	15	0.50	4.95	15	0.49	4.94	10
SPOT4 - 08.06.2004	16	23.63	15.10	9.68	23.80	0.25	5.04	30	0.40	7.94	30	0.33	6.65	20
IKONOS0-P- 08.06.2004	15	0.80	1.40	1.90	2.60	0.46	0.46	2.5	0.88	0.88	2.5	0.70	0.70	1
IKONOS0-M- 08.06.2004	15	1.70	3.20	2.20	3.30	0.27	1.06		0.27	1.10		0.27	1.08	4
IKONOS1-P- 08.06.2004	15	1.10	1.16	2.80	4.38	0.39	0.39	2.5	1.46	1.46	2.5	1.07	1.07	1
IKONOS1-MS- 08.06.2004	15	3.20	4.64	2.40	5.00	0.39	1.55		0.42	1.67		0.40	1.61	4
SPOT4 - 14.06.2004	16	15.30	17.90	11.60	27.10	0.30	5.96	30	0.45	9.02	30	0.38	7.64	20
SPOT5 - 19.07.2004	16	6.90	12.70	6.70	12.60	0.21	4.22	15	0.21	4.20	15	0.21	4.21	10

SPOT2 - 21.07.2004	16	9.80	12.10	7.70	14.10	0.20	4.03	30	0.24	4.70	30	0.22	4.38	20
SPOT5 - 04.08.2004	16	2.60	4.50	2.60	3.90	0.50	1.51		0.00	1.29		0.47	1.40	3
SPOT5 - 09.08.2004	16	3.30	4.30	2.30	3.50	0.47	1.42		0.39	1.17		0.43	1.30	3

Tabuľka 5. Kontrola kvality diferenciálneho prekreslenia obrazov satelitných záznamov

Správnosť diferenciálneho prekreslenia obrazov satelitných záznamov bolo potvrdené vykonaním kontroly kvality, poukazujú na to aj hodnoty v Tabuľke 5. Dosiahnuté výsledky sú veľmi uspokojivé – všetky požiadavky na geometrickú presnosť boli splnené, výsledky sú dokonca približne trojnásobne lepšie.

Kontrola kvality digitálneho modelu terénu

Kontrola kvality použitých DTM bola vykonaná na vlícovacích a kontrolných bodoch získaných z GPS merania.

DTM	Počet kontrolných bodov	dz [m]		m _z		Grid [m]
		max [m]	prah [m]	[m]	prah [m]	
VRAN_DTM_5m	25	3.10	3.94	1.32	5	5
VRAN_DTM_40m	25	2.85	4.24	1.41		40

Tabuľka 6 Kontrola kvality DTM

Obidva použité DTM spĺňajú požiadavky na presnosť a hodnoty strednej výškovej chyby m_z sú v rámci predpísanej tolerancie.

ZÁVER

Diferenciálne prekreslenie obrazu satelitných záznamov a následná kontrola kvality je dôležitou súčasťou Kontroly diaľkovým prieskumom Zeme. Úlohy ako kontrola užívanej výmery alebo pestovanej plodiny sa vykonávajú na základe týchto podkladov. Použitie satelitných záznamov s nesprávnymi geometrickými korekciami by viedlo k pochybnostiam v hodnotení a kontrole žiadostí vybraných pre Kontrolu diaľkovým prieskumom Zeme. To je dôvodom, prečo je na tieto úlohy kladený veľký dôraz a prečo aj Európska Komisia definuje pre túto oblasť striktné pravidlá a kritériá. Publikuje preto k tejto problematike viacero záväzných dokumentov.

V posledných rokoch sa problematike diferenciálneho prekreslenia satelitných obrazových záznamov venovalo mnoho štúdií. Testy dokazujú funkčnosť a presnosť využívaných metód, samozrejme pri použití kvalitných vstupných údajov. V kampani 2004 kontroly diaľkovým prieskumom Zeme v Slovenskej republike boli dosiahnuté výborné výsledky pri diferenciálnom prekreslení satelitných obrazových záznamov, ktoré sú približne trojnásobne lepšie ako maximálne prípustné hodnoty.

POUŽITÁ LITERATÚRA

ČERŇANSKÝ, J., 1985: Fotogrametia 1, VŠ skriptá, SVŠT, Bratislava, s. 180

DI, K., MA, R., LI, R., 2002: Rational Functions and Potential for Rigorous Sensor Model Recovery, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69, No. 1, s. 33-42

EURÓPSKA KOMISSIA, 2003a: Common Technical Specifications for the 2004 campaign of Remote Sensing Control of area-based subsidies, s. 41

EURÓPSKA KOMISSIA, 2004a: Common Technical Specifications for the 2005 campaign of Remote Sensing Control of area-based subsidies, s. 41

EURÓPSKA KOMISSIA, 2003b: Guidelines for Best Practice and Quality Checking of Ortho Imagery, s. 32

EURÓPSKA KOMISSIA, 2003c: Orthorectification of VHR IKONOS and Quickbird imagery using ERDAS Imagine, s. 11

EURÓPSKA KOMISSIA, 2004b: Technical Recommendation for the 2004 campaign of Remote Sensing Control of area-based subsidies, Part: 2, s. 11