

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut geoinformatiky

**ATMOSFÉRICKÉ A TOPOGRAFICKÉ KOREKCE
DIGITÁLNÍHO OBRAZU ZE SYSTÉMU SPOT 5
V HORSKÝCH OBLASTECH**

příspěvek studentské konference Gisáček 2010

Autor:

Ondřej Havel

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Peňáz, Ph.D.

OSTRAVA 2010

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. KOREKCE OBRAZOVÉHO ZÁZNAMU 69-250.....	3
3. POROVNÁNÍ PŮVODNÍ A UPRAVENÉ SCÉNY	6
3.1. Výběr oblastí pro sledování účinku provedených topografických korekcí	6
4. ZÁVĚR A DISKUZE	10

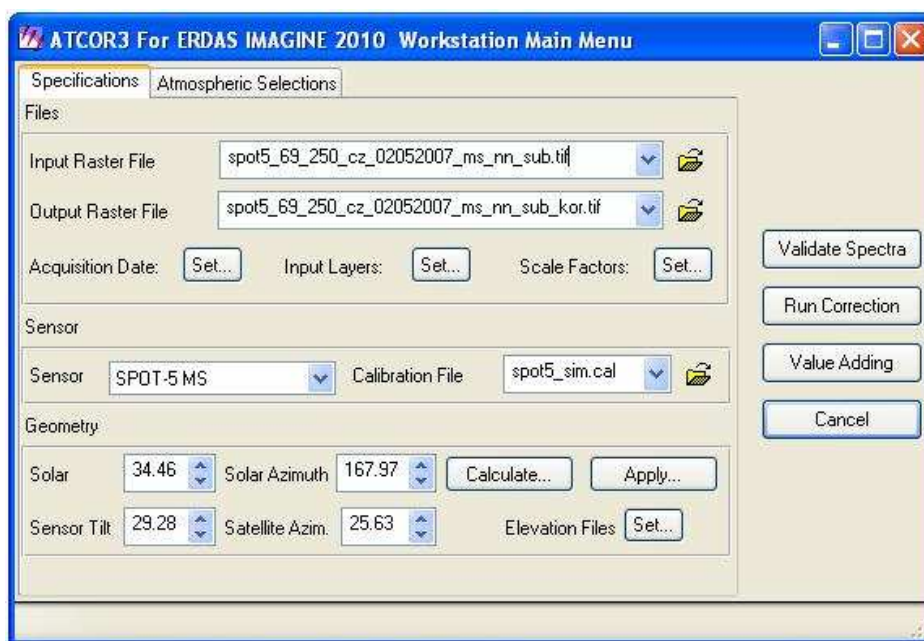
1. ÚVOD

Obsahem tohoto textu jsou hlavní výstupy bakalářské práce *Atmosférické a topografické korekce digitálního obrazu ze systému SPOT 5 v horských oblastech*. Vzhledem k předem definovanému obsahu a rozsahu tohoto textu (cca 10 stran), nejsou zde uvedeny teoretické skutečnosti týkající se atmosférických a topografických korekcí, systému SPOT a modulu ATCOR. Následující kapitoly shrnují aplikování modulu ATCOR na předem vymezené území.

2. KOREKCE OBRAZOVÉHO ZÁZNAMU 69-250

V této kapitole je popsán průběh korekcí pomocí modulu ATCOR 3 v softwaru Erdas Imagine 2010 na scéně 69-250.

Prvním krokem je vytvoření rastrů popisujících vlastnosti v terénu pomocí nástroje *ATCOR Derive Terrain Files*. Jedná se o rastr sklonu („Slope File“), orientace svahů („Aspect File“), a rastr „Sky View File“ a „Shadow File“. Vstupem je digitální model reliéfu ve formátu *.img. Dalším krokem je spuštění nástroje *ATCOR 3 Workstation*. Následuje zadání vstupních parametrů na listu „Specifications“ (Obrázek 1 - Nastavení vstupních parametrů, list „Specifications“).



Obrázek 1 - Nastavení vstupních parametrů, list „Specifications“

V sekci „Files“ zadáváme vstupní a výstupní obrazový záznam a datum skenování. Nastavením „Input Layers“ označíme pásma, která budou korigována. Následují výběr druhu senzoru, v našem případě SPOT-5 MS, a kalibrační složky. Kalibrační složka je součástí softwaru a je unikátní pro každý typ a druh senzoru. V sekci „Geometry“ zadáváme hodnoty úhlů. Jedná se o „Solar Zenith“, „Solar Azimuth“, „Sensor Tilt“ a „Satellite Azimuth“. Hodnoty těchto úhlů jsou součástí metadat k obrazovému záznamu (Příloha 5). Poslední specifikací je výběr rastrů vytvořených nástrojem *ATCOR3 Derive Terrain Files*.

Výpis ze souboru METADATA.dim:

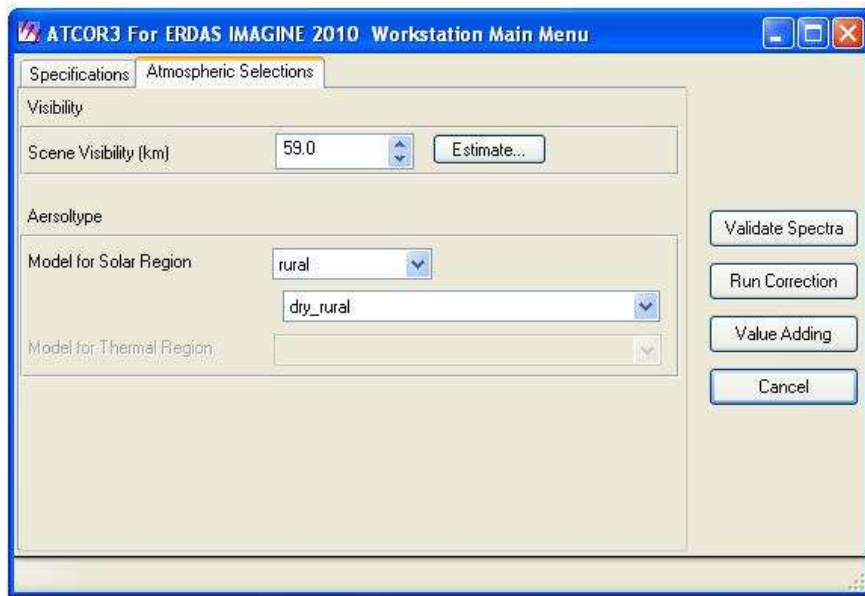
```
<INCIDENCE_ANGLE>29.286687</INCIDENCE_ANGLE>
<VIEWING_ANGLE>25.634193</VIEWING_ANGLE>
<SUN_AZIMUTH>167.973019</SUN_AZIMUTH>
<SUN_ELEVATION>55.537450</SUN_ELEVATION>
```

Názvy úhlů v souboru METADATA.dim se liší od terminologie v softwaru Erdas Imagine. „Incidence Angle“ označuje parametr „Sensor Tilt“, a „Viewing Angle“ označuje jako „Satellite Azimuth“. U zbylých dvou úhlů jde pouze o záměnu slov „Solar“ a „Sun“. Výpočet úhlu „Solar Zenith“ se řídí podle *Rovnice 1 - Výpočet úhlu "Solar Zenith", [9]*.

$$\text{Solar_Zenith} = 90^\circ - \text{Solar_Elevation}$$

Rovnice 1 - Výpočet úhlu "Solar Zenith", [9]

Na listu „Atmospheric Selections“ (Obrázek 2 – Nastavení vstupních parametrů, list „Atmospheric Selections“) zadáváme viditelnost v terénu a typ aerosolu. Způsob určení hodnoty těchto parametrů je popsán v kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**



Obrázek 2 – Nastavení vstupních parametrů, list „Atmospheric Selections“

V případě scény 69-250 jsem pro určení viditelnosti v terénu použil funkci odhadu viditelnosti v oblasti červeného spektrálního pásma.

Po kliknutí na tlačítko „Run Correction“ vstoupíme do okna „Constant Atmosphere Module“. Během kliknutí software počítá mapu osvětlení („Illumination Map“) s lokálními úhly osvětlení (β_i) pro každý pixel. Před provedením korekcí jsem se nezabýval odstraněním oparu. Následuje specifikace parametrů u BRDF korekce. Nastavením parametrů β_T a g se věnuje kapitola **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..** Použil jsem empirickou BRDF korekci obrazu podle funkce (Rovnice 2 - BRDF funkce):

$$G = \cos(i) / \cos(t)$$

Rovnice 2 - BRDF funkce

,kde je i =incidenční úhel (β_i), a t =prahový úhel (β_t , „Threshold Angle“).

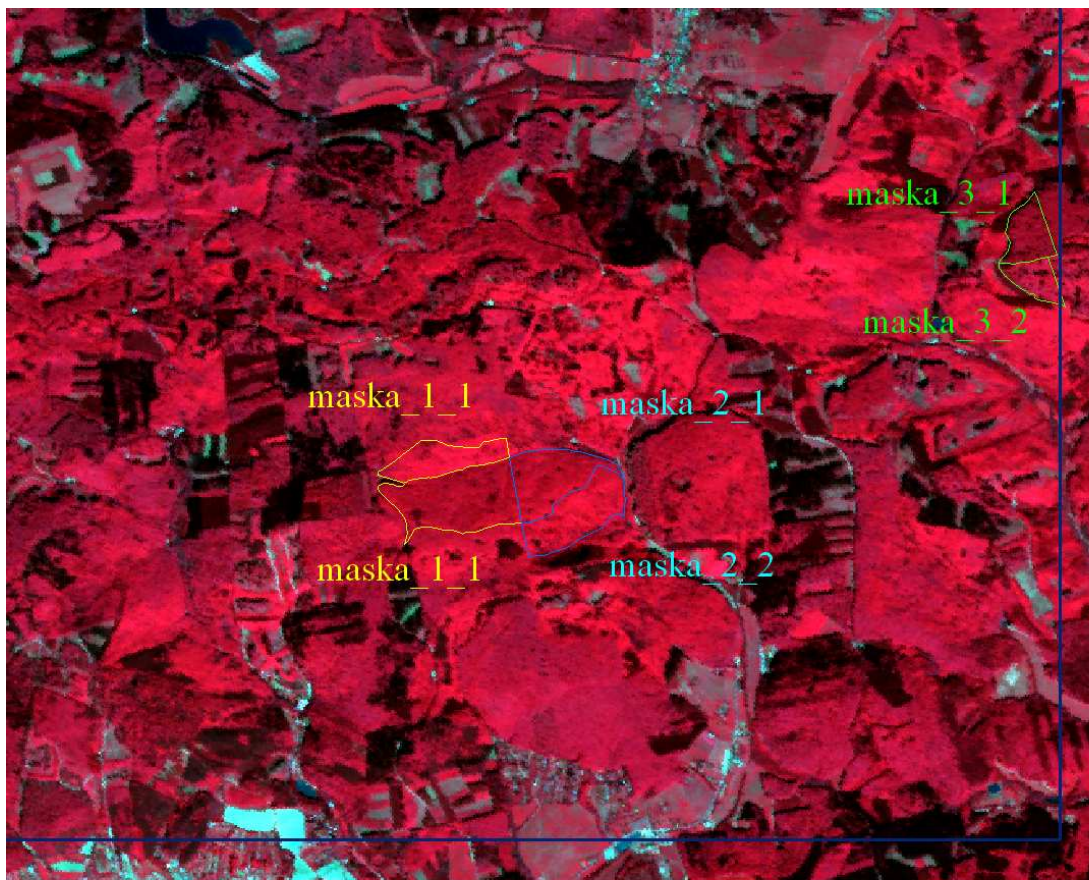
3. POROVNÁNÍ PŮVODNÍ A UPRAVENÉ SCÉNY

Tato kapitola se zabývá srovnáním DN hodnot původního a upraveného obrazového záznamu. Pro doložení přínosu provedených korekcí byly vybrány oblasti, ve kterých byla sledována změna hodnot původního a korigovaného záznamu. Postup je popsán v následujících kapitolách.

3.1. Výběr oblastí pro sledování účinku provedených topografických korekcí

Oblastí ke sledování účinku korekcí rozumíme dvojici polygonů vybranou podle následujících vlastností. První vlastností je v nejlepším případě procentuálně stejné složení dřevin a věkové rozložení v dané dvojici polygonů (Tabulka 2). Jelikož je jedním z cílů této práce potlačení vlivu topografie na odrazivost terénu, tj. osvětlená a stinná strana svahu, druhou vlastností je orientace svahů v polygonech ke Slunci. Na obrázku 4 jsou vyobrazeny jednotlivé polygony nad DMR. Výběr byl proveden tak aby jeden polygon byl osvětlený, druhý stinný. Azimut dopadajícího slunečního záření v době pořízení scény byl $167,973019^\circ$.

Pro každou oblast byly vytvořeny polygonové vrstvy ve formátu SHP reprezentující dva výše zmíněné polygony. Pojmenování je následovné: první oblast – *maska_1_1.shp* a *maska_1_2.shp*, druhá oblast – *maska_2_1.shp*, *maska_2_2.shp*, třetí oblast – *maska_3_1.shp* a *maska_3_2.shp*.



Obrázek 3 – Oblasti pro sledování korekcí, Žlutě: Oblast 1 (maska_1_1, maska_1_2), Modře: Oblast 2 (maska_2_1, maska_2_2), Zeleně: Oblast 3 (maska_3_1, maska_3_2)

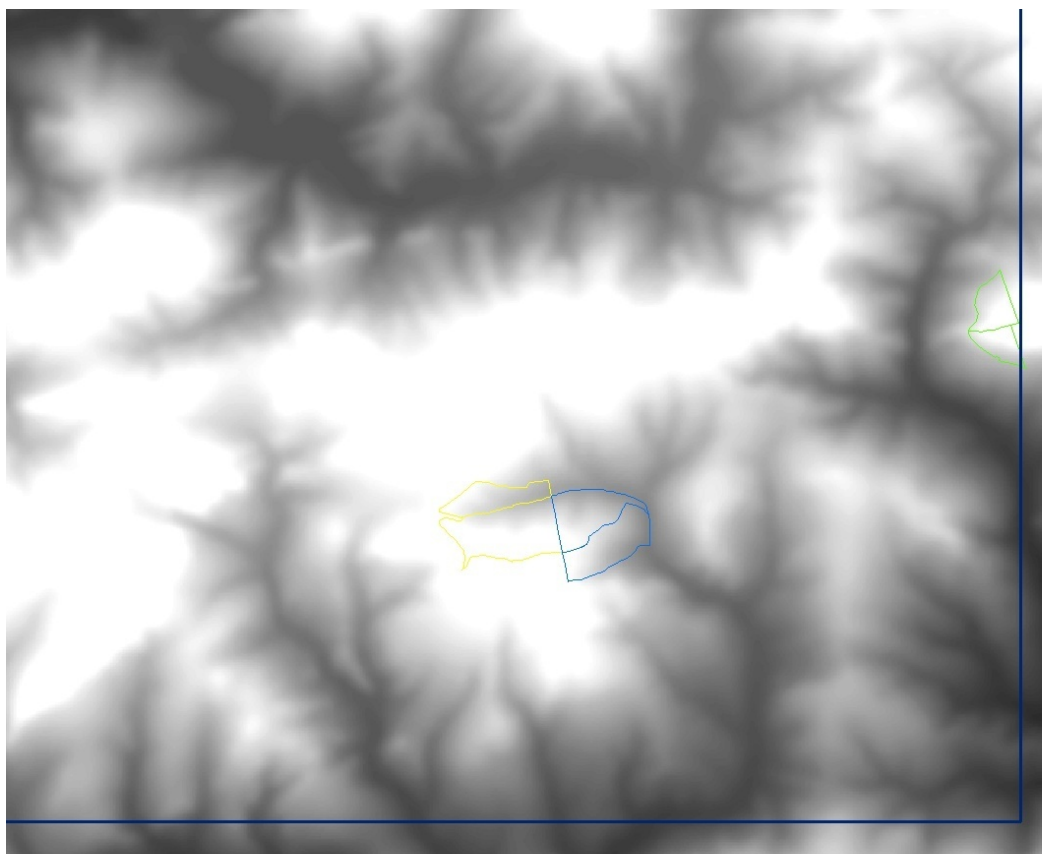
Tabulka 1 – Tabulka procentuálního zastoupení a stáří dřevin

Oblast	Polygon	Zastoupení [%]	Stáří [rok]
Oblast 1	Maska_1_1	buk lesní – 80 dub letní – 15 modřín evropský – 5	68
	Maska_1_2	buk lesní – 96 modřín evropský – 3 olše lepkavá – 1	
Oblast 2	Maska_2_1	buk lesní – 99 smrk ztepilý – 1	55

	Maska_2_2	buk lesní – 95 modřín evropský – 5	53
Oblast 3	Maska_3_1	buk lesní – 100	171
	Maska_3_2	buk lesní – 95 habr obecný – 3 javor mléč – 2	165

Hodnota reprezentující stáří je pro zastoupené druhy společná.

Na následujícím obrázku jsou zobrazeny oblasti nad digitálním modelem reliéfu.



Obrázek 4 - Oblasti pro sledování korekcí zobrazená nad DMR, Žlutě: Oblast 1, Modře: Oblast 2, Zeleně: Oblast 3

Pomocí nástroje *Extract by Mask* v softwaru ArcGIS jsem vytvořil extrakt hodnot buněk nacházející se uvnitř dané masky, a to zvlášť pro obrazový záznam před a po korekci. Extrakt hodnot byl proveden pro každé pásmo zvlášť. K porovnání jsem použil nástroj *Get Raster Properties*. Výstupem byla průměrná hodnota vstupního rastru. Tyto průměrné hodnoty byly z důvodu přehlednosti zaokrouhleny na dvě desetinná místa.

Přehled hodnot se nachází v následující kapitole v *Tabulka 2 – Tabulka ϕ DN hodnot vstupních a výstupních rastrů*.

4. ZÁVĚR A DISKUZE

Tabulka 2 – Tabulka ϕ DN hodnot vstupních a výstupních rastrů

Oblast	Pásmo	Obrazový záznam	
		Spot5_69_250_CZ_020 52007	Spot5_69_250_CZ_0205 2007 po korekci
		ϕ DN	ϕ DN
maska_1_1 Osvětlený polygon	1	213,1	87,6
	2	16,2	0,0
	3	48,9	64,9
	4	100,4	75,6
maska_1_2 Stinný polygon	1	161,9	75,5
	2	8,2	0
	3	30,6	48,1
	4	86,1	82,2
maska_2_1 Stinný polygon	1	172,9	80,3
	2	9,2	0,0
	3	33,2	51,2
	4	89,8	83,1
maska_2_2 Osvětlený polygon	1	198,1	83,3
	2	12,7	0
	3	40,4	54,7
	4	97,6	76,5
maska_3_1 Stinný polygon	1	114	48,4
	2	7,2	0,1
	3	24,5	38,9
	4	74,8	71,8
maska_3_2 Osvětlený polygon	1	155,1	54,3
	2	16,8	0,5
	3	42,6	53,1
	4	88,8	63,2

Numerický model ATCOR mění hodnoty ve všech čtyřech spektrálních pásmech. Intervaly vlnových délek pásem 1 – 4 jsou obsaženy v kapitole 6. Pásmo 1 je nositelem informace s oblasti zelené části viditelného záření EMG spektra. Pásmo 2 nese informaci s červené oblasti viditelného záření. Pásmo 3 je v intervalu blízkého infračerveného záření a pásmo 4 je v intervalu středního infračerveného záření.

První pásmo (0,50 – 0,59 μ m) se nachází v oblasti pigmentační absorpce [4]. Ve vlnové délce 0,54 μ m se nachází lokální maximum odrazivosti. Jedná se o oblast zelené barvy. Ve druhém pásmu (0,61 – 0,68 μ m) mají nejvyšší hodnoty oblasti bez vegetačního pokryvu. Senzor pro tento interval spektra je citlivý na červenou část viditelného spektra. Třetí pásmo (0,78 – 0,89 μ m) se nachází v oblasti vysoké odrazivosti neboli buněčné struktury [4]. Vysokou odrazivost v této části spektra způsobuje několikanásobný odraz uvnitř listu, který je ovlivněn jeho morfologickou strukturou. Obrazové materiály pořízené v této oblasti spektra mají největší možnosti pro odlišení jednotlivých druhů rostlin. Pro naměřené hodnoty je typická vysoká variabilita. Interval elektromagnetického záření čtvrtého pásma (1,58 – 1,75 μ m) se nachází v oblasti středního infračerveného záření. Obraz v tomto pásmu má nižší prostorové rozlišení (20x20metrů).

Jelikož se oblast scény 69-250 nachází na území hustě porostlém zelení lze tedy předpokládat, že nejvýznamnější změny DN hodnot původního oproti korigovanému záznamu budou v oblasti citlivé na viditelné záření zelené barvy, tedy v prvním pásmu. Tuto hypotézu potvrzuje tabulka hodnot (Tabulka 3 - Tabulka rozdílů ϕ DN hodnot prvního pásma u původního a korigovaného obrazu).

Tabulka 3 - Tabulka rozdílů ϕ DN hodnot prvního pásma u původního a korigovaného obrazu

Oblast	Pásmo	(1)	(2)	(3)	(4)
		Spot5_69_250_CZ_02_052007	Rozdíl DN hodnot	69_250_CZ_atcor	Rozdíl DN hodnot
		ϕ DN	(osvětlený minus stinný)	ϕ DN	osvětlený minus stinný)

maska_1_1 Osvětlený polygon	1	213,1	51,17	87,6	12,1
maska_1_2 Stinný polygon	1	161,9		75,5	
maska_2_1 Stinný polygon	1	172,9	25,1	80,3	3
maska_2_2 Osvětlený polygon	1	198,1		83,3	
maska_3_1 Stinný polygon	1	114	41,1	48,4	5,8
maska_3_2 Osvětlený polygon	1	155,1		54,3	

V této tabulce ve sloupci 1 lze pozorovat výrazně vyšší DN hodnoty naměřené v prvním spektrálním pásmu u osvětlených polygonů oproti DN hodnotám nižším u polygonů stinných. Sloupec 2 obsahuje rozdíl DN hodnot osvětleného a stinného polygonu. Sloupec 3 obsahuje DN hodnoty korigovaného obrazu. Sloupec 4 obsahuje rozdíl DN hodnot osvětleného a stinného polygonu korigovaného obrazu. Na první pohled je zřejmé, že rozdíly DN hodnot u korigovaného obrazu jsou výrazně nižší než rozdíly DN hodnot obrazu původního.

Na základě tohoto faktu lze tedy konstatovat, že korekcí obrazu došlo ke „sblížení“ průměrných DN hodnot u osvětlených a stinných svahů.

Při vizuálním posouzení původní a korigované scény 69-250 (Přílohy 1 a 2), a jejího podobrazu (Přílohy 3 a 4) podložené závěrem z interpretace tabulky hodnot (*Tabulka 3 - Tabulka rozdílu ϕ DN hodnot prvního pásma u původního a korigovaného obrazu*) lze říci, že použití atmosférických a topografických korekcí prostřednictvím modulu ATCOR mělo pozitivní vliv a přiblížilo naměřené DN hodnoty skutečným odrazivým a zářivým vlastnostem povrchu.

LITERATURA

- [1] ARCDATA PRAHA. Systém SPOT [on-line]. Dostupné z WWW: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/geograficka-data/druzicova-data/druzice-a-skenery/spot+/>
- [2] ARCDATA PRAHA Archiv. Systém SPOT [on-line]. Dostupné z WWW: <http://old.arcdata.cz/data/druzicova/spot>
- [3] CNES. Systém SPOT [on-line]. Dostupné z WWW: <http://www.cnes.fr/web/CNES-en/1415-spot.php>
- [4] DOBROVOLNÝ, Petr. *Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu*. 1. vyd., Brno: Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. Katedra geografie, 1998. 208 s. ISBN 80-210-1812-7.
- [5] GISAT [on-line]. Dostupné z WWW: <http://www.gisat.cz/content/cz/dpz/prehled-druzicovych-systemu/spot>
- [6] KOLÁŘ, J. *Dálkový průzkum Země*. 1. vyd., Praha: SNTL, 1990. 170 s.
- [7] LILLESAND, T. M. – KIEFER, R., W. – CHIPMAN, J., W. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 5th edition, New York: John Wiley & Sons, 2004. 763 s. ISBN 0-471-15227-7.
- [8] RICHTER R.: ATCOR: Atmospheric and Topographic Correction [on-line]. Dostupné z WWW: http://www.dlr.de/caf/Portaldata/36/Resources/dokumente/technologie/atcor_flyer_march2004.pdf
- [9] RICHTER R.: ATCOR-2/3 User Guide, Version 6.1, January 2005
- [10] RICHTER R.: ATCOR-2/3 User Guide, Version 7.1, January 2010
- [11] Web SPOT 5 [on-line]. Dostupné z WWW: <http://spot5.cnes.fr/gb/index3.htm>

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - Nastavení vstupních parametrů, list „Specifications“</i>	<i>4</i>
<i>Obrázek 2 – Nastavení vstupních parametrů, list „Atmospheric Selections“</i>	<i>5</i>
<i>Obrázek 3 – Oblasti pro sledování korekcí, Žlutě: Oblast 1 (maska_1_1, maska_1_2), Modře: Oblast 2 (maska_2_1, maska_2_2), Zeleně: Oblast 3 (maska_3_1, maska_3_2)</i>	<i>7</i>
<i>Obrázek 4 - Oblasti pro sledování korekcí zobrazená nad DMR, Žlutě: Oblast 1, Modře: Oblast 2, Zeleně: Oblast 3.....</i>	<i>8</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 – Tabulka procentuálního zastoupení a stáří dřevin.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabulka 2 – Tabulka ϕ DN hodnot vstupních a výstupních rastrů.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabulka 3 - Tabulka rozdílu ϕ DN hodnot prvního pásma u původního a korigovaného obrazu</i>	<i>11</i>