

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

**Soubor příkladů zpracování obrazu v extenzi Image
Analysis programu ArcGIS Desktop**

Pavel Pecina

Bakalářská práce
2009

Vedoucí práce: Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D.

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel PECINA**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**

Název tématu: **Soubor příkladů zpracování obrazu v extenzi Image
Analysis programu ArcGIS Desktop**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Základní fáze zpracování obrazu
2. Návrh jednotlivých úloh zpracování obrazu
3. Příprava distančních dat

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

TUČEK, J. Geografické informační systémy: principy a praxe . 1. vyd. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.

DAVIS, D., E. Vytváříme mapy v GIS: prozkoumejte své okolí i celý svět v geografickém informačním systému . 1. vyd. Praha : Computer Press, 2000. 112 s. ISBN 80-7226-389-7.

MITCHELL, A., BOOTH, B. Začínáme s ArcGIS. Redland : ESRI, 2005. 253 s. ISBN 1-58948-091-0.

RAPANT, P. Geoinformatika a geoinformační technologie . 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. 463 s. ISBN 80-248-1264-9.



Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D.
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce:

6. října 2008

Termín odevzdání bakalářské práce:

1. května 2009



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.



doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. října 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 1. 8. 2009


Pavel Pecina

Rád bych poděkoval Mgr. Pavlu Sedlákovi, Ph.D. za zajímavé téma bakalářské práce a za cenné rady, doporučení a konstruktivní připomínky, stejně tak i za jeho čas věnovaný mé práci.

SOUHRN

Práce se zabývá tvorbou souboru příkladů zpracování obrazu v Image Analysis programu ArcGIS Desktop. Soubor cvičení bude sloužit jako pomůcka při seznamování se s prací v extenzi Image Analysis programu ArcGIS Desktop. Výsledkem je soubor distančních cvičení mající za úkol zejména vzdělávací funkci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Image Analysis, ArcGIS, dálkový průzkum Země, digitální zpracování obrazu

TITLE

Collection of examples of image processing in Image Analysis of ArcGIS Desktop

ABSTRACT

This work deals with creating a collection of examples of image processing in Image Analysis of ArcGIS Desktop. Collection of examples will be used as help with the work in the Image Analysis extensit of ArcGIS Desktop. The result is a collection of distance training with the task of particular educational function.

KEYWORDS

Image Analysis, ArcGIS, remote sensing, digital imaging

OBSAH

ÚVOD	8
1 CÍL PRÁCE	9
2 POUŽITÉ METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	10
3 ZÁKLADNÍ POJMY	11
3.1 <i>DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ</i>	11
3.2 <i>ZPRACOVÁNÍ OBRAZU</i>	11
4 FÁZE DIGITÁLNÍHO ZPRACOVÁNÍ OBRAZU	14
4.1 <i>PŘEDZPRACOVÁNÍ OBRAZU</i>	14
4.2 <i>ZVÝRAZNĚNÍ OBRAZU</i>	19
4.3 <i>KLASIFIKACE OBRAZU</i>	20
4.4 <i>VEKTOROVÁ A RASTROVÁ REPREZENTACE OBRAZU</i>	21
5 SEZNÁMENÍ S ARCGIS DESKTOP A IMAGE ANALYSIS	24
6 PŘEHLED VZDĚLÁVACÍCH MATERIÁLŮ	25
6.1 <i>PŘEHLED MATERIÁLŮ PRO VÝUKU DPZ A DZO</i>	25
6.2 <i>PŘEHLED MATERIÁLŮ VHODNÝCH PRO IMAGE ANALYSIS</i>	27
7 KONCEPCE A OBSAH CVIČENÍ	28
8 STRUKTURA CVIČENÍ	36
ZÁVĚR	37
SEZNAM ZKRATEK	39
LITERATURA	40
PŘÍLOHY	44
SEZNAM OBRÁZKŮ	45

Úvod

Data získávaná z materiálů pořízených metodami dálkového průzkumu Země (DPZ) tvoří v současné době velkou část veškerých prostorových informací pro vstup do geografických informačních systémů (GIS). Výhody takto získávaných dat vyplývají z podstaty jejich pořízení. Poskytují nám informace o jevech a procesech na povrchu Země v jakékoliv oblasti a za různých podmínek. S rozvojem používaných technologií dochází k neustálému rozvoji nových metod dálkového průzkumu Země (DPZ) a rozšiřování rozsahu výstupů a použitých aplikací.

Metody digitálního zpracování obrazu (DZO) vycházejí z fyzikálních zákonů týkajících se spektrálních vlastností jevů a objektů na povrchu Země a v atmosféře. DZO není pouze technickou disciplínou s exaktními výstupy. Z těchto důvodů často více závisí na zkušenostech a umu uživatele. Vzhledem k tomu, že v současné době jsou materiály získané z DPZ podstatnou složkou prostorových dat, má většina systémů pro GIS implementovány nástroje pro zpracování těchto materiálů, případně jsou dostupné jako jejich nadstavba, jako tomu je v případě Image Analysis pro ArcGIS Desktop.

1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je vytvoření souboru cvičení digitálního zpracování obrazu pro Image Analysis, který je nadstavbou programu ArcGIS Desktop. Vytvořený soubor cvičení by měl sloužit, jako pomůcka při seznamování se s prací v Image Analysis. Soubor cvičení by měl být využitý pro potřeby studentů při studiu předmětu Geografické informační systémy II (GIS II) na Fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice. Cvičení jsou uspořádána od základních operací až po složitější analýzy. Cvičení obsahují seznámení s tematikou, studijní část a jsou zakončena otázkami případně testem.

2 Použité metody a postup zpracování

V úvodu tvorby souboru cvičení proběhlo studium potřebné literatury. Jednalo se zejména o literaturu zabývající se dálkovým průzkumem Země a digitálním zpracováním obrazu v obecné rovině. Následovalo studium tutoriálů zabývajících se DPZ a DZO v různých softwarech pro GIS a studium manuálu k Image Analysis.

Také byly prostudovány diplomové a bakalářské práce zabývající se zpracováním materiálů DPZ metodami GIS. Vzhledem ke skutečnosti, že Image Analysis je méně rozšířený, bylo vycházeno z prací popisujících jiné systémy, v minulosti více používané pro zpracování dat získávaných DPZ, zejména se jednalo o IDRISI, ERDAS a další. Z takto získaných materiálů byly vytvořeny příklady pro software Image Analysis.

Po prostudování možností a funkcí programu Image Analysis pro zvolenou problematiku byl, na základě dostupných dat, sestaven návrh řešení připravovaných cvičení. Základní podmínkou bylo rovnoměrné vyvážení jednotlivých základních činností při zpracování materiálů DPZ do samotných cvičení a jejich vzájemné navazování tak, aby společně vytvořily ucelený výukový materiál pro potřeby studentů i vyučujících.

Při tvorbě cvičení byly zohledněny předpokládané znalosti a dovednosti studentů. Vzhledem k práci v prostředí ArcGIS Desktop se předpokládají znalosti tohoto programu v rozsahu potřebném k úspěšnému zvládnutí předmětu Geografické informační systémy I (GIS I) vyučovaném na Fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice a pokročilá úroveň anglického jazyka.

3 Základní pojmy

3.1 Dálkový průzkum Země

Dle [37] se jedná o moderní metodu získávání informací o objektech a jevech na povrchu planety Země bez nutnosti fyzického kontaktu. Základem dálkového průzkumu Země je využití schopnosti získat kvalitativní a kvantitativní informace o jevech a procesech probíhajících na povrchu Země (souše i voda). Veškerá pozorování jsou prováděna dálkově ze snímačů umístěných na družicích, letadlech a podobně. Získávané informace se dle [10] skládají ze dvou základních složek – prostorové (tvar, velikost a poloha) a tematické (druh, barva, změna v čase a další). K získávání informací je využíváno elektromagnetického záření. Systém dálkového průzkumu Země se skládá ze dvou základních oblastí. Dle [37] je tvoří oblast sběru, přenosu a úpravy dat a oblast analýzy a interpretace dat získaných z první oblasti sběru a přenosu dat. Náplní této bakalářské práce je zejména přiblížení druhé oblasti, tedy seznámení s takzvaným zpracováním obrazové informace, získané prostřednictvím sběru, přenosu a úpravy dat.

3.2 Zpracování obrazu

Obrazové materiály získané prostřednictvím DPZ mohou být ve dvou základních formách – analogové a digitální. Podle formy obrazu se liší způsoby jejich zpracování.

Zpracování analogového obrazu

Zpracování analogových obrazů klasickými postupy je rozvíjeno od vzniku fotografie. Postupným vývojem byly vytvořeny obecně platné postupy a zásady získávání potřebných informací z leteckých a později i družicových snímků. Prostorovou složkou informace o objektech se zabývá tzv. *fotogrammetrie*. Jak uvádí [8] jedná se víceméně o technickou disciplínu. Využití tematické složky informace o objektech se souhrnně nazývá *fotointerpretace*. Fotointerpretace je převážně založena na tzv. interpretačních znacích, které je dle [8] možné definovat, jako vzhled a vlastnosti jevů a předmětů obsažených na snímcích. Mezi základní znaky podle [10] patří především tvar, tón, barva, stín, velikost, textura, struktura, poloha a příčinné vztahy. Těchto znaků je následně využíváno k sestavování tzv. *interpretačních klíčů*. Které obrazovou nebo popisnou formou definují vztah mezi vzhledem objektů a jevů na snímcích a ve skutečnosti.

Zpracování digitálního obrazu

Zpracování digitálních obrazů se začalo rozvíjet mnohem později, než klasických analogových dat. Jak uvádí [37] zpracování digitální informace DPZ nabývá na svém významu v 60. a 70. letech 20. století a souvisí se dvěma skutečnostmi. První je dostupnost primárně digitálních dat poskytovaných družicemi LANDSAT, druhou je rozvoj výpočetní techniky a vyvinutí techniky Fourierovy transformace. Obě skutečnosti ovlivnily výrazným způsobem jak fotogrammetrii, tak i fotointerpretaci a určitým způsobem zapříčiňují jejich postupnou konvergenci. Vznikla digitální fotogrammetrie a fotogrammetrické postupy jsou postupně více implementovány do aplikací tematického mapování. Digitální forma ukládání obrazových informací a možnosti výpočetní techniky umožňují zautomatizování mnoha postupů, čímž dochází též k urychlení zejména výpočetních postupů (transformace, ortofoto a další).

S rozvojem dalších geoinformačních technologií, především GIS, se obrazové materiály získané DPZ a digitálně zpracovávané stávají jedním z nejdůležitějších zdrojů dat využívaných pro prostorové analýzy. Vedle mnoha výhod má metoda digitálního zpracování informací získaných DPZ i některé nevýhody. A řadu postupů, zejména v oblasti automatické klasifikace, je třeba korigovat poznatky získanými z analogové interpretace. Některé z interpretačních znaků lze velmi dobře uvádět v digitální formě (například barvu, tón), ale u jiných je to velmi obtížné (například textura, struktura). Z čehož vyplývá, že i nadále budou využívány klasické postupy analogové interpretace a role zkušeného uživatele bude v interpretačním procesu i nadále nezastupitelná.

Dle [10] lze digitální zpracování obrazové informace rozdělit do následujících částí:

1. Předzpracování obrazu – slouží ke korekci radiometrických, atmosférických a geometrických zkreslení a šumu vznikajících v průběhu vytváření obrazu. Druh, způsob a rozsah předzpracování je závislý na typu senzoru pořizujícího záznam.
2. Zvýraznění obrazů – aplikováno na data s cílem efektivněji znázornit obraz pro další vizuální či automatické zpracování. Zahrnuje techniky k výraznějšímu odlišení jednotlivých objektů. Jeho cílem je vytvoření nového obrazu obsahujícího více informace možné interpretovat. Zvýraznění je prováděno ve více krocích, které například manipulují s kontrastem snímku, provádí filtraci, zvýraznění hran atd.

3. Extrahování informace – zahrnuje především klasifikaci obrazu. Nahrazuje klasifikaci vizuální, postupem automatizovaným s cílem identifikace jednotlivých povrchů či objektů. K tomuto cíli jsou používány například vícerozměrné statistické metody, případně různá rozhodovací pravidla a jejich výsledkem je, že každému obrazovému prvku je přiřazen určitý tematický obsah – například využití země.
4. Studium dynamiky jevů – v současnosti je téměř celý povrch Země snímán opakovaně, s různou frekvencí. Řadu obrazových materiálů DPZ lze použít ke studiu časových změn. Povaha těchto změn může být velmi různá – od monitorování rychle probíhajících synoptickým procesů v meteorologii, po detekce změn v krajině v průběhu několika let.
5. Modelování s obrazovými daty – má za cíl odvodit kvantitativní vztahy mezi daty získanými DPZ a parametry objektů získanými pozemním měřením či pozorováním. Data DPZ mohou být použita ke kvantitativnímu vyjádření parametrů, jako je úroda plodin, radiační teplota, koncentrace znečišťujících látek, množství usazenin ve vodě, hloubka vody, obsah vody v půdě atd. Spolu s technikami GIS jsou data DPZ používána i k modelování životního prostředí, k předpokladům jeho chování za změněných podmínek.
6. Integrace obrazových dat a jejich vstup do GIS – předpokládá kombinaci obrazových dat s jinými geografickými daty dané oblasti, případně spojení s dalšími rastrovými daty, zahrnuje též spojení dat z různých snímacích zařízení apod.

Konkrétní způsoby digitálního zpracování obrazu DPZ budou blíže popsány v následující části.

4 Fáze digitálního zpracování obrazu

4.1 Předzpracování obrazu

Při vytváření obrazu DPZ jakoukoliv z metod, působí na výsledný záznam obrazu celá řada vlivů, které často snižují jeho kvalitu. Vzniklé chyby v obraze lze dle [10] popsat z různých hledisek. Prvním je například zdroj nepřesností. Jejich původ může být v technické nedokonalosti snímacího zařízení, případně v algoritmech – tzv. systémové korekce, další problémy způsobuje atmosféra jako hmotné prostředí mezi snímacím zařízením a snímaným objektem, další vycházejí ze samotné podstaty vzdáleného měření. Dalším hlediskem, podle kterého lze chyby vzniklé dálkovým snímáním rozdělit, je dělení na chyby náhodné a systematické (opakovatelné). Některé nepřesnosti, například v poloze snímaných objektů vznikají vlivem zakřivení Země, případně rotací Země, tyto chyby mohou být poměrně dobře modelovány. Takové chyby se nazývají systematické, lze je předvídat a jejich korekce probíhá často již na přijímacím stanovišti. Pořizované obrazové informace však často obsahují řadu nepřesností náhodné povahy, které vznikají například kolísáním parametrů dráhy nosiče snímacího zařízení, výpadky detektorů snímacího zařízení v průběhu procesu snímání, vlivem atmosféry a podobně. Náhodné chyby představují tzv. šum v obrazovém záznamu. Avšak i šum může mít v některých případech povahu systematické nepřesnosti vznikající v důsledku chybné kalibrace některého ze sensorů snímacího zařízení. Výše uvedené chyby v obrazovém záznamu získaném DPZ lze dále dělit na interní a externí. Interní vznikají uvnitř systému, například chybou senzoru, oproti tomu externí souvisejí například s vlivem atmosféry.

Aby bylo možné data vzniklá DPZ dále využívat, je nutné odstranit nebo alespoň potlačit vliv výše uvedených chyb a nepřesností. Cílem předzpracování obrazu je tedy jeho úprava ve smyslu geometrických a radiometrických vlastností [10].

Geometrické korekce se provádějí proto, aby se opravily nepřesnosti mezi souřadnicemi polohy jednotlivých částí obrázku v datech snímku a skutečnými souřadnicemi v reálu [7].

Radiometrické korekce pracují s originálním snímkem. Jejich účelem je korekce zkreslení snímků na hodnoty světlosti objektu na zemském povrchu, které byly způsobeny buď kalibrací senzoru nebo problémy s fungováním přístroje [7]. V rámci radiometrických korekcí mohou být začleněny také korekce atmosférické, minimalizující vlivy atmosféry při dálkovém měření odrazových případně zářivých vlastností snímaných objektů.

4.1.1 Radiometrické korekce

Vlivem výše uvedených vlivů neodpovídá skutečná radiometrická charakteristika objektu DN hodnotám naměřeným DPZ. Cílem radiometrické korekce je úprava DN hodnot v obrazovém záznamu tak, aby co nejvíce odpovídaly skutečným odrazovým či zářivým vlastnostem objektů [10].

Hodnoty odrazivosti objektů naměřené DPZ závisí zejména na přesné kalibraci měřícího zařízení, kterou většina systémů provádí zpravidla automaticky, například pravidelným snímáním referenčních ploch se známými radiačními vlastnostmi. Informace o kalibraci senzorů, případně potřebné koeficienty oprav bývají obvykle součástí hlavičky obrazového záznamu.

Kompenzace sezónních rozdílů

Vlivem rozdílné výšky Slunce v jednotlivých ročních obdobích, rozdílnými podmínkami pro pohlcování a rozptyl měřeného elektromagnetického záření a dalšími vlivy, mohou mít obrazové záznamy získané DPZ v průběhu jednotlivých období roku značné rozdíly DN hodnot pro stejné povrchy. Vzhledem ke skutečnosti, že družice pohybující se na polárních drahách eliminují změny výšky Slunce v průběhu dne (jejich dráhy jsou synchronizovány se Sluncem), celkové osvětlení lze normalizovat pouze kompenzací sezónních rozdílů.

Odstranění náhodných radiometrických chyb

Většina získávaných digitálních obrazových dat dle [10] obsahuje chyby převážně náhodné. Projevem takovýchto chyb může být například nepřesný nebo chybějící řádek obrazu, který vznikl chybnou kalibrací některého ze senzorů snímacího zařízení. Případně chybou při přenosu signálu ze snímacího zařízení na Zemi. K odstranění takovéto chyby se zpravidla provádí zprůměrování hodnot sousedních řádků.

Při příčném skenování nedochází zpravidla k postupnému skenování jednotlivých řádků, ale je systémem používáno více senzorů a snímáno najednou více řádků. Pokud některý ze senzorů má nepřesnou kalibraci nebo rozdílnou citlivost, vzniká obraz, na němž daný senzor vytváří tmavší nebo naopak světlejší řádek opakující se s určitou periodou. K odstranění uvedeného páskování se například používá algoritmus založený na výpočtu histogramu a základních statistických charakteristik pro řádky vzniklé prostřednictvím různých detektorů. Histogram řádků naměřených rozdílným senzorem je oproti ostatním histogramům posunut. K potlačení horizontálního řádkování se využívá zpravidla úprava průměru, případně posunutí histogramu.

Obě výše uvedené radiometrické nepřesnosti je nutné opravit před geometrickou korekcí, při které by byly chyby z jednoho řádku zaneseny do částí více řádků.

V případě vytváření obrazu podélným skenováním za pomoci velkého množství senzorů snímajících najednou celou řádku území může docházet, vlivem poruchy, případně vadné kalibrace některého z detektorů, k vzniku obrazu s nepřesnými nebo chybějícími daty orientovanými vertikálně. Odstranění těchto nepřesností je náročnější, zejména z důvodu, že nemají pravidelný charakter, jako u příčného skenování a po korekci obrazu na rotaci Země mají chybějící data šikmý směr.

Vhodným algoritmem na odstranění všech radiometrických nepřesností s určitým směrem jsou tzv. Fourierovy filtrace.

4.1.2 Geometrické korekce

Surová data získaná DPZ zpravidla dle [10] obsahují natolik významné geometrické nepřesnosti, že není možné tato data použít jako mapy. Zdroje vzniklých nepřesností zpravidla vyplývají ze způsobu vytváření obrazového záznamu a jsou tedy specifické jak pro snímek vytvořený leteckým snímáním, tak i pro snímky získané z různých typů skenerů. Obsahují jevy počínající kolísající výškou a rychlostí nosiče snímacího zařízení, až po faktory zohledňující zakřivení Země, zdánlivé změny polohy objektů způsobené různou nadmořskou výškou terénu a nelinearitou v průběhu snímání senzoru.

V souvislosti s mapováním je základním úkolem geometrických transformací eliminovat vzniklé nepřesnosti tak, aby obraz měl požadovaný souřadnicový systém daného kartografického zobrazení a bylo jej tak možné využít jako mapu. Geometrické korekce jsou využívány zejména k těmto účelům:

Transformaci obrazových dat do dané mapové projekce.

Propojení obrazových dat a vektorové databáze v GIS.

Tvorbě ortofotomapy.

Porovnání dvou a více obrazových záznamů zaznamenaných v odlišném čase za účelem studia časových změn snímaného území.

Vytvoření mozaiky z několika snímků, skládání snímků.

Rektifikace – obecný proces transformace polohy snímků z jednoho souřadnicového systému do jiného. Z důvodu, že poloha každého bodu v původním snímku a v nově vzniklém snímku je rozdílná a zároveň mohou být i rozdílné jejich rozměry. Následujícím krokem této transformace je *převzorkování*. Jedná se o proces transformace DN hodnoty všech obrazových prvků z původního systému do nového. Hlavním výsledkem rektifikace a následného převzorkování jsou dva porovnatelné obrazové záznamy, které jsou ve stejné souřadnicové soustavě a mají stejné rozlišení [33].

Ortorektifikace – proces, při kterém dochází k odstranění též nepřesností vzniklých v důsledku relativní změny polohy objektů na snímku plynoucí z jejich odlišné nadmořské výšky. K provedení ortorektifikace je nutný digitální model terénu a je nezbytné ji provádět pro družicové snímky vertikálně členitého terénu, jakým jsou například hory. Dalším případem, kdy je nezbytné provádět ortorektifikaci jsou mapy velkých měřítek. Provedením ortorektifikace jsou vytvořeny ortofotomapy, případně družicové mapy [33].

Geokódování – takový proces rektifikace, při němž jsou obrazová data transformována do zvolené kartografické projekce a poloha každého bodu obrazového záznamu je vyjádřena mapovými souřadnicemi, takto vznikají geokódovaná data kombinovatelná s vektorovými daty ve stejné kartografické projekci.

Georeferencování – proces rektifikace, při němž jsou data transformována přímo do kartografické projekce a poloha každého pixelu je vyjádřena v systému mapových souřadnic. [33] Během georeferencování se mění pouze informace o poloze pixelů, nemění se jejich DN hodnoty.

4.1.3 Atmosférické korekce

Efekty vlivu atmosféry na obraz získaný DPZ jsou v porovnání s předchozími vlivy poměrně malé a ve většině aplikací je možné je zanedbat. Nicméně též ovlivňují získaná data. Způsobují, že hodnoty radiačních a zářivých vlastností objektů naměřené dálkovým měřením, se odlišují od skutečných vlastností. Atmosféra je hmotné prostředí, které ovlivňuje naměřené hodnoty zejména pohlcováním a rozptylem. Vliv je především závislý na vlnové délce měřeného elektromagnetického záření. V případě záření viditelného a infračerveného, je důležité odstranit vlivy atmosféry, jako kouř a zákal. Metodou eliminace může být například tzv. *metoda nejtmašího pixelu*, která je založena na principu pohlcení veškerého záření vodou.

Druhou používanou metodou jsou postupy založené na regresní analýze mezi daty naměřenými dálkovým měřením a daty z měření pozemních, uskutečněných nejlépe v době přeletu družice, tedy v době měření dálkovým měřením. Vzhledem k vysoké finanční i časové náročnosti této metody, je tato metoda zpravidla praktikována pro experimenty.

Třetí metodou jsou postupy založené na modelování vlivů. Na základě meteorologických dat, jsou parametrizovány vlivy atmosféry. Tyto hodnoty jsou následně společně s hodnotami obrazového záznamu získanými dálkovým měřením, použity v numerických modelech, jejichž výstupem jsou korigovaná data o radiačních a zářivých vlastnostech objektů. Většina modelů je v současné době používána především pro meteorologická data.

Cílem všech atmosférických korekcí je získat z původních naměřených dat tzv. *absolutní hodnoty* odrazivosti či vyzařování objektů [10]. Na základě absolutních hodnot je následně možné vyjádřit některé vlastnosti objektů v kvantitativní podobě.

4.2 Zvýraznění obrazu

Zvýraznění slouží nejčastěji k úpravě vzhledu snímků a k jejich snazší vizuální interpretaci. Jejich cílem však je zejména zvýšit množství informace, kterou je možné ze snímku získat. Jak uvádí [14] lze většinu zvýrazňovacích technik rozdělit na operace *bodové* a operace *prostorové*. V bodových operacích se zvýrazňují hodnoty každého pixelu ve scéně nezávisle na jiných pixelech. V prostorových operacích se hodnoty pixelu zvýrazňují na základě hodnot okolních pixelů. Vedle bodového a prostorového zvýraznění, která jsou jednopásmová se ještě používá vícepásmové tzv. spektrální zvýraznění. Každému zvýraznění by měla předcházet výše zmíněná předzpracování, zejména odstranění šumu.

Radiometrické zvýraznění dle [28] pracuje s histogramem obrazu a takzvanou zobrazovací funkcí. Upravují se hodnoty odstínu šedi (DN hodnoty) za účelem zvýraznit důležité hodnoty a méně důležité potlačit. Jedná se zejména o úpravu kontrastu a jasu. Prostorové zvýraznění představuje především filtrace. Jedná se o proces, kdy nová hodnota DN určitého obrazového prvku je určena v závislosti na hodnotách daného množství okolních prvků. Mezi prostorové zvýraznění se započítávají také Fourierovy transformace. Mezi spektrální zvýraznění patří operace, při nichž se pracuje s hodnotami spektrální odrazivosti snímků a jež využívají vícepásmovou podstatu materiálů DPZ.

4.2.1 Zvýraznění obrazu prostřednictvím LUT

Lookup table (LUT) je vyhledávací tabulka, která udává, jak zobrazit hodnotu získanou ze snímacího zařízení, přiřazuje každé z naměřených hodnot hodnotu v rozsahu barev dle bitové hloubky. Původní hodnota je použita jako index a následně je nahrazena novou, případně upravenou hodnotou.

4.2.2 Zvýraznění obrazu pomocí filtrů

Funkcí filtrů je filtrovat do výsledného obrazu pouze určité informace. Vysokofrekvenční filtry propouští vysokofrekvenční informace, tedy všechny lokální extrémy obrazu. Nízkofrekvenční filtry propouštějí pouze nízkofrekvenční informace, čímž vznikají vyhlazené obrazy oproti originálu. Dle [28] je při filtraci obrazu DN hodnota filtrovaného prvku snímku nahrazena novou hodnotou, vypočítávanou jako vážený průměr hodnot pixelů tvořících okolí prvku. Velikost okolí se stanovuje filtrovacím oknem, nazývaným konvoluční jádro, jež má zpravidla tvar čtvercové matice o lichém počtu řádků a sloupců (3x3, 5x5 apod.). Filtrovací okno je postupně posouváno po všech obrazových prvcích snímku, což se nazývá konvoluce.

4.3 Klasifikace obrazu

Klasifikace obrazu je zpravidla cílovou částí zpracování obrazu. Jedná se o proces, při kterém je jednotlivým obrazovým prvkům přiřazován informační význam. Cílem tohoto procesu je nahrazení hodnot radiometrických charakteristik původního obrazu hodnotami vyjadřujícími informační třídy. Typ a obsah informace je odvislý od zaměření celého projektu. Klasifikaci lze obecně rozdělit na řízenou a neřízenou podle toho, jakým způsobem a v jakém okamžiku zasahuje zpracovatel do procesu klasifikace.

4.3.1 Řízená klasifikace

Při řízené klasifikaci uživatel předem definuje tzv. trénovací plochy. Následně jsou vypočteny spektrální příznaky vypočtené na základě specifikovaného výpočetního algoritmu [22]. V praktické části práce jsou blíže představeny některé z algoritmů, použité při tvorbě cvičení. Trénovací plochy jsou části obrazu v podobě polygonů, definované uživatelem. Z tohoto důvodu je vhodná určitá znalost klasifikovaného území a praxe uživatele provádějícího klasifikaci.

4.3.2 Neřízená klasifikace

Neřízená klasifikace se odlišuje od řízené klasifikace celkovou podstatou. U neřízené klasifikace není nutná žádná znalost zájmového území. Jsou automaticky extrahovány dominantní obrazce z původního snímku a dodatečně se zjišťuje reálný význam vzniklých tříd [28]. V Image Analysis je použit algoritmus neřízené klasifikace ISODATA, založený na principu shlukové analýzy. Uživatel má možnost vybrat počet cílových tříd. V konečném kroku uživatel interpretuje výsledek získaných shluků do klasifikačních tříd. Tato metoda má významnou výhodu v rychlosti vyhodnocení [12].

4.3.3 Vyhodnocení a interpretace klasifikovaných dat

Hodnocení výsledků klasifikace není jednoduché, nejčastěji se využívá porovnání v testovacích plochách, které jsou známy z dalších testovacích dat. Ve výjimečných případech se zkoumá celý výsledek klasifikace, což je však časově značně náročné [11]. Výsledkem klasifikace jsou, zejména vlivem spektrální variability, často nehomogenní plochy. Pro interpretaci klasifikovaných snímků je vhodné výstupní soubory algoritmů klasifikace dále upravit. Především použitím konvolučního filtru velikosti 3x3, který data vhodným způsobem generalizuje a vyhledá. Z obrazu jsou odstraněny osamocené pixely odlišných tříd [19].

4.4 Vektorová a rastrová reprezentace obrazu

Datový model využívaný v GIS může mít charakter vektorové reprezentace obrazu nebo rastrové reprezentace obrazu, případně hybridní. Vektorový model používá typické objekty, kterými jsou *bod*, *linie* a *polygon*. Rastrový model vychází z rozdělení rovinného prostoru na jednotlivé díly prostřednictvím pravidelné mříže. Jednotlivé díly se nazývají buňky a jsou nejmenší dále nedělitelnou prostorovou jednotkou.

4.4.1 Vektorová reprezentace

Ve vektorovém datovém modelu pracujeme dle [26] se základními geometrickými prvky, kterými jsou bod, linie a polygon. Výhodou použití vektorové reprezentace je dle [17] zejména vysoká přesnost z hlediska definování polohy, tvaru, velikosti; přesnost výpočtů délek, vzdáleností, ploch; kvalitní grafika; dobrá reprezentace jevové struktury. Mezi nevýhody patří dle [17] zejména komplikovaná datová struktura; výpočetní náročnost; složité výpočty – zejména při analytických operacích.

4.4.2 Rastrová reprezentace

Rastrový model dle [17] vychází z rozdělení rovinného prostoru pravidelnou mříží na jednotlivé dílky, označované jako buňky. Tyto buňky musí být nekonečně opakovatelné v rovině – umožňují pokrýt libovolnou rovinnou oblast beze zbytku; nekonečně rekurzivně rozložitelné na menší buňky stejného tvaru – umožňuje použití hierarchické datové struktury. Nejobvyklejším tvarem buňky je čtverec.

Vzhledem k tomu, že pro některé z analýz prováděných v GIS je vhodnější použít vektorovou reprezentaci dat a pro jiné pro změnu rastrovou reprezentaci, obsahují GIS pracující s oběma typy reprezentací, nástroje usnadňující převod mezi těmito reprezentacemi. Proces převodu z rastrové reprezentace do vektorové se nazývá *vektorizace*, obrácený proces převodu z vektorových dat na rastrová se nazývá *rasterizace* [3].

4.4.3 Vektorizace

Vektorizace je převod rastrových dat na vektorová, při kterém je nutné rekonstruovat jednotlivé vektorové objekty z jejich spojitě rastrové podoby. Používají se tři základní metody.

Ruční – vše provádí uživatel, případně s asistencí počítače při přichytávání vektorových prvků na existující rastrovou kresbu. Způsob nejméně náročný na hardware a software, ale s nejdelší dobou zpracování. Vhodný pro staré podklady, kdy uživatel často musí rozhodovat, co k čemu patří [3].

Poloautomatická – uživatel zvolí počátek rastrové linie a systém navrhne směr vektorizace, při potvrzení uživatelem provádí vektorizaci do okamžiku, než se vyskytne překážka – mezera, křižovatka, sporný bod a podobně, kde se zastaví a čeká na odezvu uživatele [3].

Automatická – celý proces probíhá automaticky bez zásahů uživatele. Algoritmy automatizace vycházejí z algoritmů zpracování digitalizovaného obrazu a umělé inteligence. Body – vyhledání středu buňky reprezentující bod, zjištění souřadnic, Linie – na principu skeletizace objektů, Polygony – vyhledávány hrany objektů a následně převedeny do linií, následně ze všech uzavřených liniových objektů vytvořeny polygony [3].

4.4.4 Rasterizace

Rasterizace je dle [3] převod vektorových dat na rastrová, jež se obvykle provádí jako překryv vektorové vrstvy na rastrovou mřížku a přiřazení hodnoty buňky z vybraného atributu. Nejdůležitější je určit správnou velikost buňky výsledného rastru. Dle [3] se používají následující tři základní metody.

Metoda dominantního typu – vychází z principu, že u buňky, do které zasahuje nejvíce objektů, se vyjádří podíl její plochy obsazený každým z objektů a hodnota objektu s největším podílem je následně buňce přiřazena.

Metoda nejdůležitějšího typu – buňce je přiřazena hodnota považovaná za nejdůležitější z hlediska aplikace.

Centroidová metoda – buňce je přiřazena hodnota definovaná polohou jejího středu při průmětu do vektoru. Tato metoda je používána pouze pro převod polygonů.

5 Seznámení s ArcGIS Desktop a Image Analysis

ArcGIS je integrovaný geografický systém, jež se díky integrovaným nástrojům a možnostem rozšíření řadí mezi nejkompaktnější software pro GIS v současné době.

ArcGIS Desktop je sada integrovaných softwarových aplikací ArcMap, ArcCatalog a ArcToolbox, jejichž použitím je možné provádět GIS úlohy včetně tvorby map, správy dat, geografické analýzy, editace dat a prostorových informací.

ArcMap je centrální aplikace ArcGIS Desktop, která slouží pro všechny mapové úlohy včetně kartografie, prostorových analýz a editace dat [1].

ArcCatalog – dle [1] slouží k organizování a správě všech dat. Obsahuje nástroje k prohlížení a vyhledávání geografických informací, zaznamenávání a prohlížení metadat, prohlížení datových sad a vytváření schéma struktury geografických vrstev.

ArcToolbox – aplikace obsahující řadu nástrojů GIS k prostorovým operacím

Image Analysis pro ArcGIS Desktop – rozšiřuje prostředí ArcGIS o nástroje vhodné k využití snímků vytvořených dálkovým průzkumem Země [3]. Uživatel ArcGIS dle [3] má možnost přímo v prostředí, v němž je zvyklý pracovat s GIS, využívat snadno ovladatelné nástroje pro přípravu snímků, jejich vyhodnocování a analýzy. Image Analysis dle [36] umožňuje přímo v prostředí ArcGIS provádět ortorektifikaci, barevné vyrovnání, mozaikování, klasifikaci snímků. Dále je možné porovnávat změny ve snímcích, provádět import a export různých rastrových formátů a převod rastrových snímků na vektor a opačně [36]. Většina nástrojů je obsažena v aplikaci ArcToolbox a chovají se jako standardní nástroje ArcGIS, díky čemuž mohou být upravovány a propojeny s ostatními nástroji GIS.

6 Přehled vzdělávacích materiálů

6.1 Přehled materiálů pro výuku DPZ a DZO

O metodách a využití úzce spolu souvisejících DPZ a DZO byla zpracována řada publikací. Jsou k dispozici publikace domácí i zahraniční, zabývající se problematikou z obecného pohledu, případně se zaměřující na dílčí část, či aplikaci v určitém odvětví. Na Internetu je možné získat množství výukových materiálů popisujících DPZ a DZO. Publikace, vydávané českými autory, zaměřené na odbornou veřejnost, se především věnují obecné problematice. Jejich hlavním úkolem je seznámení uživatelů s principy pořizování materiálů DPZ a jejich praktickou aplikací.

Čapek [8] se v učebnici snaží aplikovat poznatky z DPZ na široké spektrum geografických poznatků. Publikace nepatří k nejnovějším, ale nejdůležitější teorie a fyzikální zákonitosti v ní popisované platí dodnes.

Dobrovolný [10] vypracoval moderní učební text využívající nejnovějších poznatků z oboru, se zaměřením na zpracování a fotointerpretaci snímků pomocí metod GIS.

Campbell [5] je jedna z nejnovějších publikací, která implementuje moderní poznatky této rychle se vyvíjející vědy a naznačuje nové aplikační možnosti.

Práce *Koláře, Halounové a Pavelky* [16] je převážně odborněji zaměřenou publikací pro studenty technických univerzit, která se zabývá zejména fyzikální a technickou podstatou dálkového průzkumu Země.

Publikace *Lillesnda a Kiefera* [18] pro odbornou veřejnost obsahuje přehledně a názorně utříděné poznatky problematiky DPZ a DZO s možnostmi aplikace.

Z internetových výukových materiálů je jedním z obsahově velmi rozsáhlých průběžně aktualizovaný DPZ tutorial *Shortův* [29].

Další DPZ tutoriál obsahující také základy zpracování obrazu je na stránkách *CCRS* (Canada Centre for Remote Sensing) [5].



Obr. 1 Úvodní strana Shortova tutoriálu, zdroj:[29]



Obr. 2 Úvodní strana CCRS tutoriálu, zdroj:[6]

Tutoriály profesionálních programů, orientovaných na zpracování materiálů DPZ, ERDASu a ENVI, mají podobnou koncepci. Popisují základní i složitější operace s materiály DPZ a způsob, jakým je možné je v těchto programech realizovat.

6.2 Přehled materiálů vhodných pro Image Analysis

Vlastní software je distribuován s přehledným manuálem, který uživatele seznamuje s nejdůležitějšími způsoby zpracování obrazových dat a hlavními koncepcemi GIS, k software je též možné získat soubor dat k procvičení postupů popsaných v manuálu. Vzhledem ke skutečnosti, že Image Analysis je méně rozšířený, není k dispozici žádná česky psaná publikace zabývající se prací v Image Analysis a obdobná situace je také s dostupností výukových materiálů na internetu, Vzhledem k uvedeným skutečnostem bylo při tvorbě této práce vycházeno zejména z uživatelské příručky [32] a z prací popisujících jiné systémy. Zejména se jednalo o IDRISI, ERDAS a další. Z takto získaných materiálů byly vytvořeny příklady pro software Image Analysis.

Uživatelská příručka k Image Analysis [32] je dodávána spolu se softwarem a je vytvořena tvůrci systému. Tato příručka popisuje základní operace v Image Analysis včetně složitějších GIS analýz a pokročilými metodami zpracování dat DPZ. Obsahuje také několik příkladů práce v Image Analysis. Některé z těchto příkladů byly použity, jako předloha při tvorbě následujících příkladů.

Práce *Sedláka a Hobzy* [28] je souborem cvičení zpracování obrazu v programu Idrisi32 Release Two Obsahuje sadu deseti cvičení, včetně teoretického úvodu, postupu zpracování a nechybí závěrečné otázky k pochopení tematiky. Tento soubor cvičení byl do značné míry pomůckou při vypracovávání souboru cvičení v Image Analysis.

Skriptum *Voženílka* [34] je souborem deseti cvičení ze základů GIS pro DOS verzi IDRISI. Stejný autor ve spolupráci se Sedlákem vytvořili soubor cvičení pro verzi IDRISI32 Release Two [27]

Skripta *Žídka* [40], [39] jsou v první publikaci souborem cvičení pro základy GIS, včetně základních operací užívaných při zpracování dat DPZ. Druhá publikace na tento soubor navazuje složitějšími GIS analýzami a pokročilými metodami zpracování dat DPZ.

7 Konceptce a obsah cvičení

Na základě prostudování tutoriálů, možností Image Analysis pro ArcGIS Desktop, v dané oblasti dostupných manuálů a v neposlední řadě dostupných obrazových snímků byla vytvořena konceptce osmi cvičení. Tato konceptce vychází ze známých postupů používaných při zpracování materiálů DPZ.

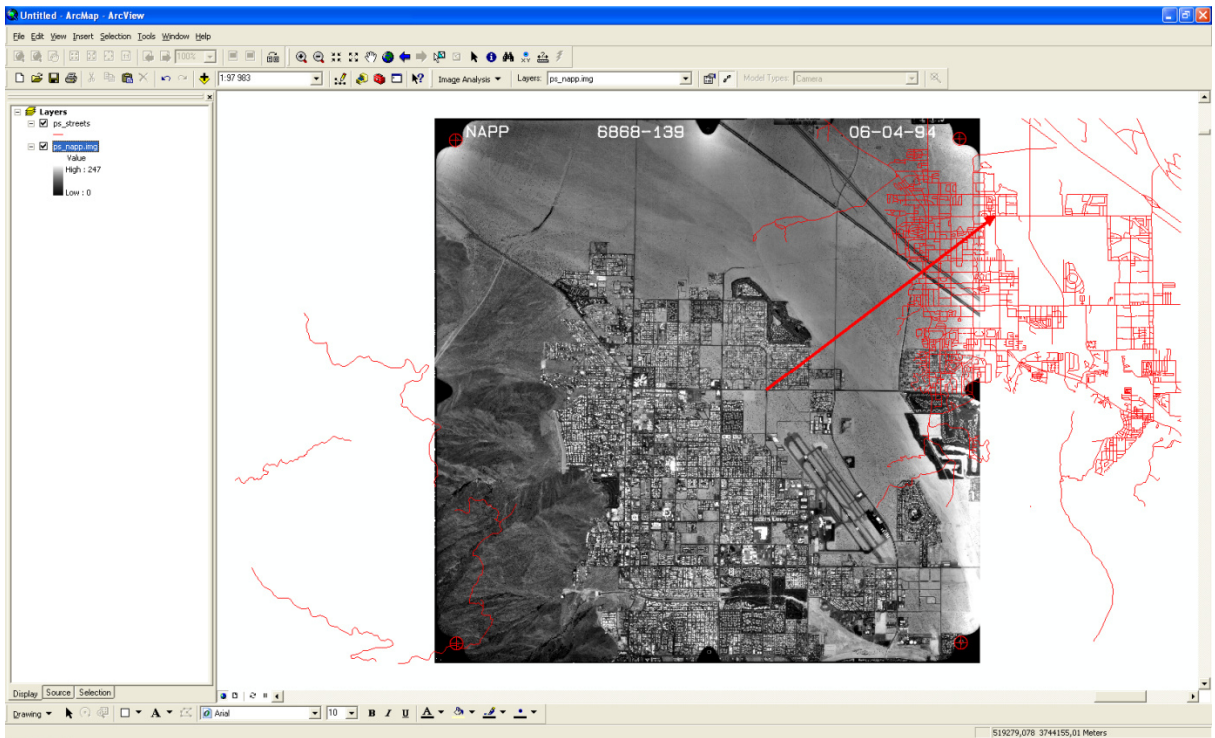
Konceptce osmi cvičení pro DZO:

- 1) Úvod do digitálního zpracování obrazu
- 2) Předzpracování obrazu 1. část
- 3) Předzpracování obrazu 2. část
- 4) Zvýraznění obrazu – LUT, filtry, kontrast
- 5) Klasifikace obrazu 1. část
- 6) Klasifikace obrazu 2. část
- 7) Analýza změn v časové řadě
- 8) Převod rastrových dat na vektorová a vektorových na rastrová

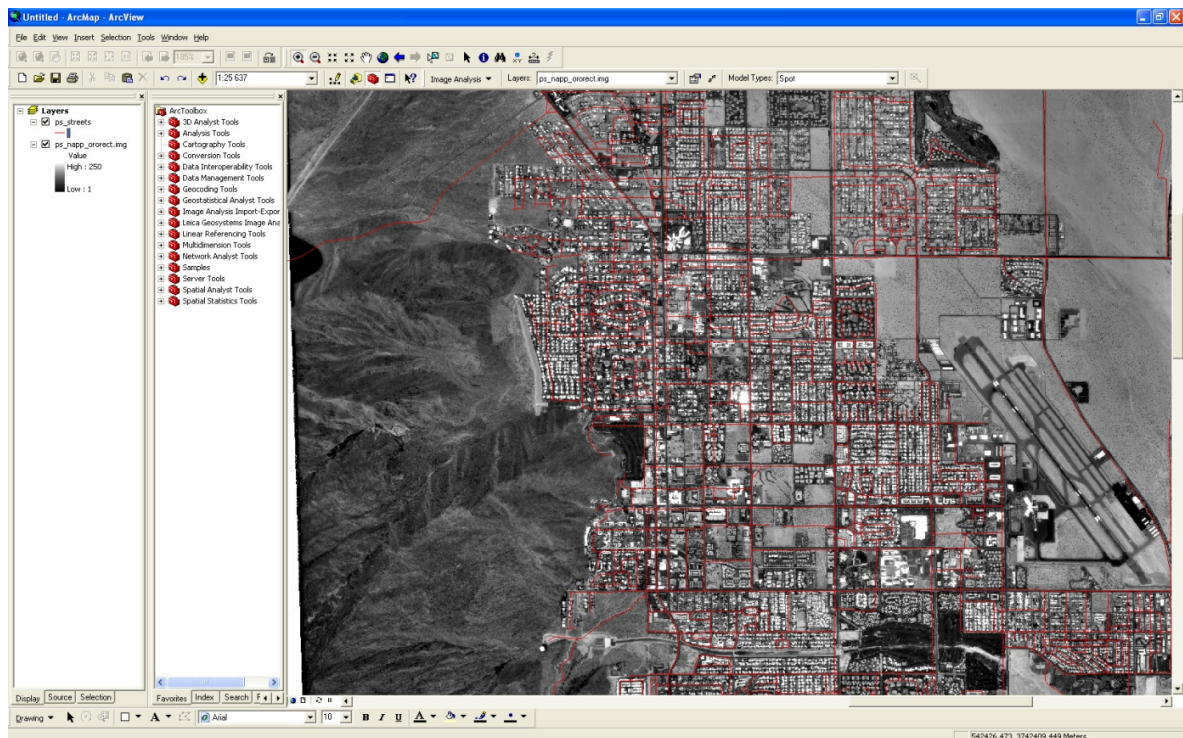
Obsah jednotlivých cvičení

První cvičení – **Úvod do digitálního zpracování obrazu** je pojato jako základní nenáročné seznámení se základními operacemi zpracování dat DPZ v prostředí Image Analysis pro ArcGIS Desktop. V tomto cvičení je kladen důraz na seznámení se s Image Analysis. Přidání této extenze do prostředí ArcGIS Desktop a osvojení si ovládání Image Analysis. Vytvoření nového mapového okna, načtení snímků a základní operace, které bude uživatel při dalších cvičeních automaticky používat. Seznámení s ovládáním programu je ukázáno na některých základních operacích spektrálního zvýraznění. Na snímku *moscow_spot.tif* je předvedeno vytvoření barevných kompozic a zobrazení, plus práce s histogramem snímku, neboť volba vhodného zobrazení a vytvoření barevných kompozic je pro práci se snímky poměrně zásadní. Samotné spektrální zvýraznění je součástí čtvrtého cvičení

Druhé cvičení – **Předzpracování obrazu 1. část** je již ukázkou prvních dílčích kroků pro práci s materiály DPZ, kterými je předzpracování obrazu. V tomto cvičení je ukázán způsob rektifikace, jedné ze základních operací s nepředzpracovanými snímky. Snímek *ps_napp.img* je nejprve umístěn do odpovídajícího souřadnicového systému a následně propojen s odpovídající vektorovou vrstvou ulic *ps_streets.shp* pomocí vytvořených lícovacích bodů.

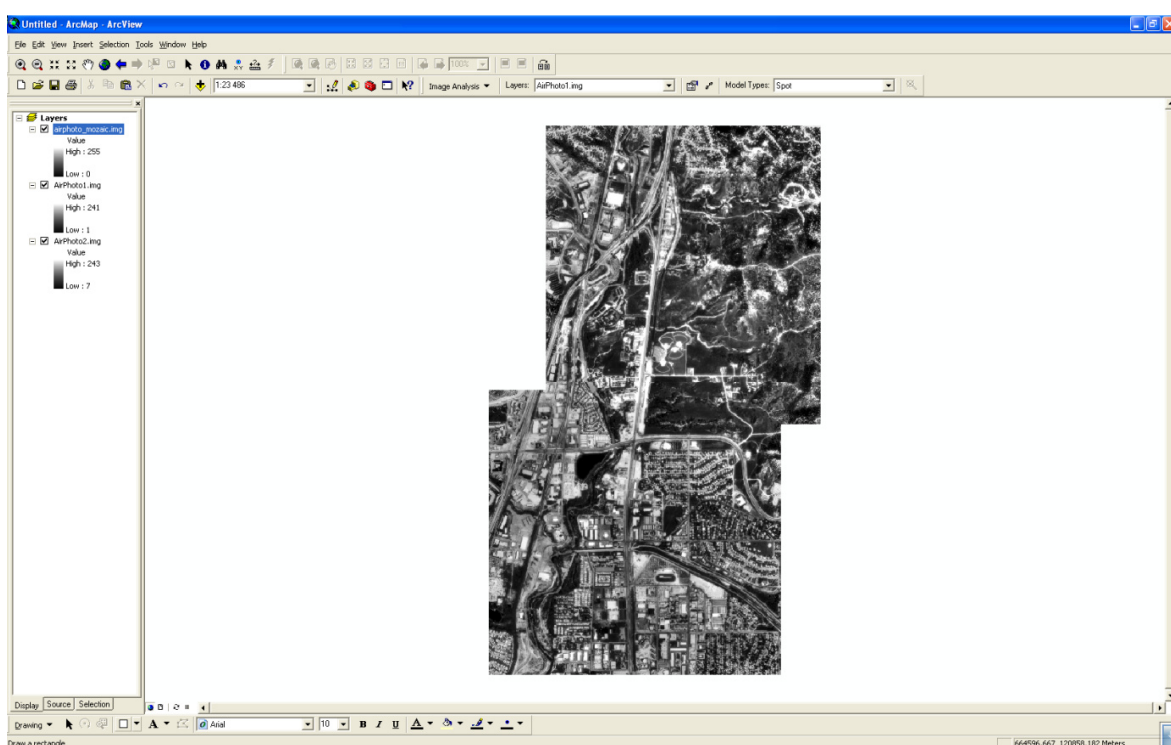


Obr. 3 Ukázka volby prvního bodu propojení snímku s vektorovou vrstvou ulic, zdroj: vlastní



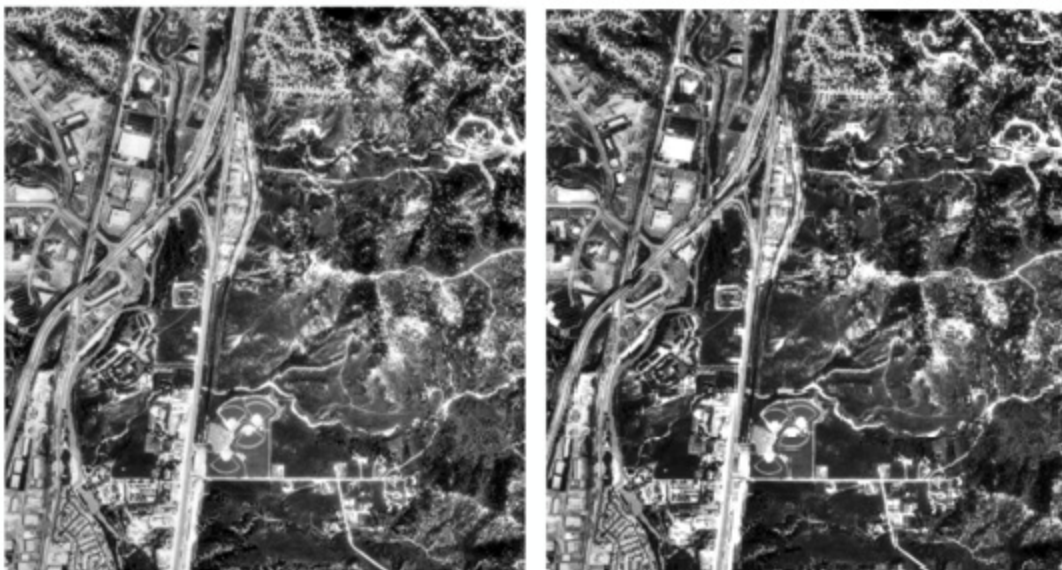
Obr. 4 Detail výsledného propojení snímku s odpovídající vektorovou vrstvou ulic, zdroj: vlastní

Ve třetím cvičení – **Předzpracování obrazu 2. část** pokračuje předzpracování obrazu radiometrickými korekcemi, mezi něž patří mimo jiné mozaikování snímků. V úvodu cvičení jsou předvedeny možnosti výběru části snímku na základě spektrálních a prostorových vlastností, čímž se docílí odstranění nadbytečných dat, ale též zrychlení práce díky zmenšení velikosti souboru. Vytváření podmnožin snímků je výhodné zejména v případě potřeby analyzovat část vícepásmového snímku většího území. Následuje spojení rastrů, takzvané mozaikování, kdy jsou částečně se překrývající snímky *airphoto1.img* a *airphoto2.img* spojeny do jednoho snímku.

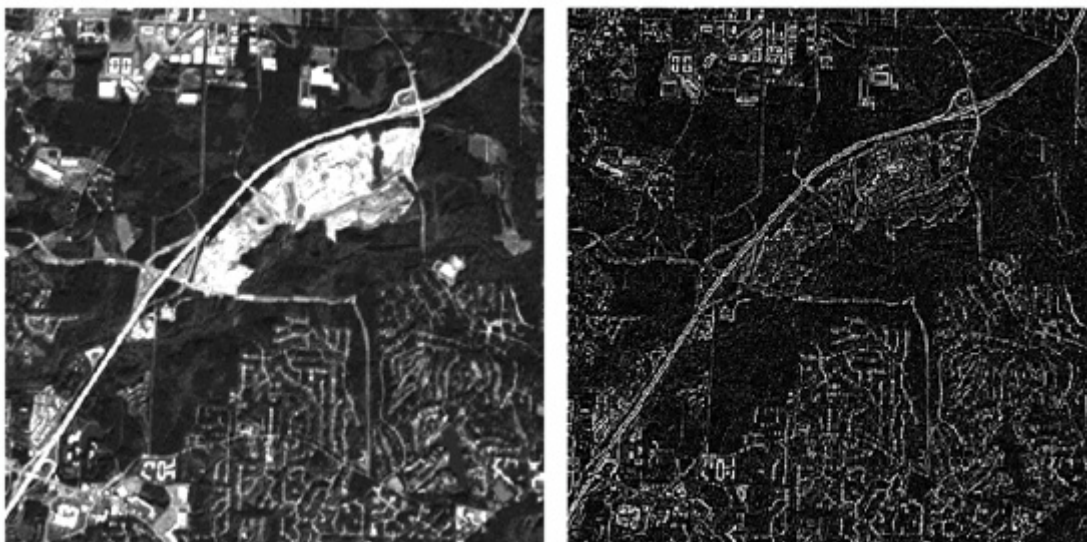


Obr. 5 Výsledný snímek mozaikování snímků *airphoto1.img* a *airphoto2.img*, zdroj: vlastní

Ve čtvrtém cvičení – **Zvýraznění obrazu – LUT, filtry, kontrast** je procvičováno zvýraznění obrazových informací na snímku za použití radiometrických a prostorových metod, a práce s histogramem. Úvodní část cvičení se zabývá zvýrazněním hodnot snímku pomocí lookup table (LUT) – takzvané vyhledávací tabulky. Na snímku *Airphoto1.img* je ukázána úprava kontrastu pomocí LUT. Dále cvičení pokračuje příklady práce s histogramem, například vyrovnání histogramu, případně sjednocení histogramu snímků *airphoto1.img* a *airphoto2.img* a je zakončeno ukázkami filtrování snímku *atl_spotp_92.img*.



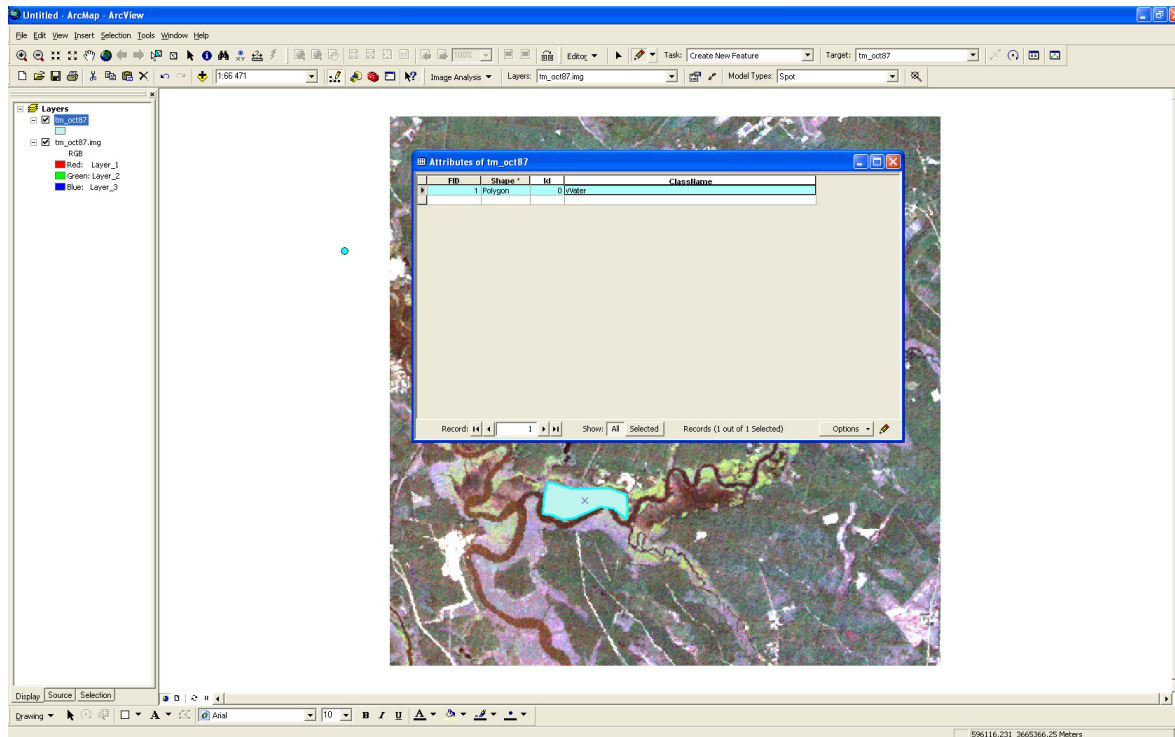
Obr. 6 Ukázka zvýraznění pomocí LUT, původní snímek vlevo, zvýrazněný vpravo, zdroj: vlastní



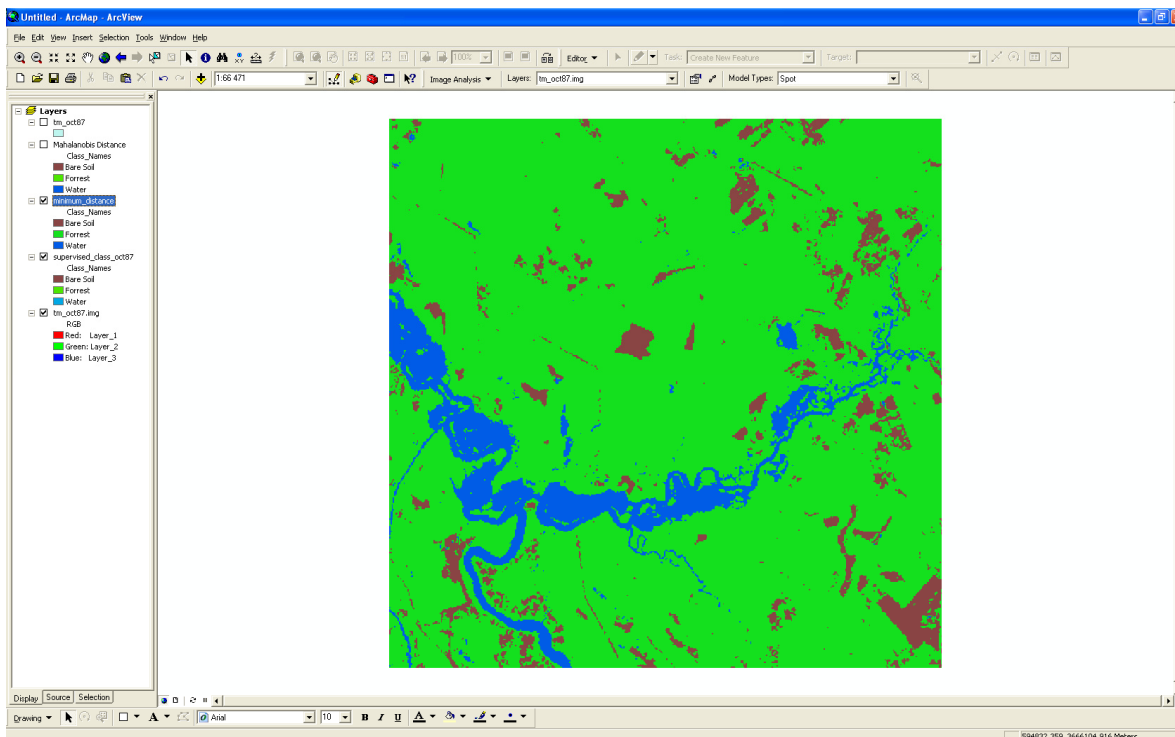
Obr. 7 Ukázka použití filtru detekce hran, původní snímek vlevo, zvýrazněný vpravo, zdroj: vlastní

Pátým cvičením – **Klasifikace obrazu 1. část** začíná hlavní část zpracování snímků, kterou je klasifikace. V pátém cvičení je ukázána řízená klasifikace a v dalším cvičení následuje neřízená klasifikace obrazu. Na úvod pátého cvičení si uživatel zopakuje práci s ArcCatalogem, kde je vytvořen nový vektorový soubor pro následné trénovací plochy potřebné pro proces řízené klasifikace. Prostřednictvím vizuální interpretace snímku jsou odhadnuty různé typy povrchu a následně provedena digitalizace trénovacích ploch a vytvoření souboru signatur pro trénovací plochy. Vytvořené signatury a trénovací plochy jsou zhodnoceny.

Poté je provedena klasifikace tvrdými klasifikátory maximální pravděpodobnosti, minimální vzdálenosti a mahalanobisovy vzdálenosti. Data použitá v tomto cvičení na snímku *tm_oct87.img* jsou z oblasti Jižní Caroliny. Pro tvorbu trénovacích ploch je vhodnější znalost daného území, avšak pro potřeby cvičení je snímek dostačující.

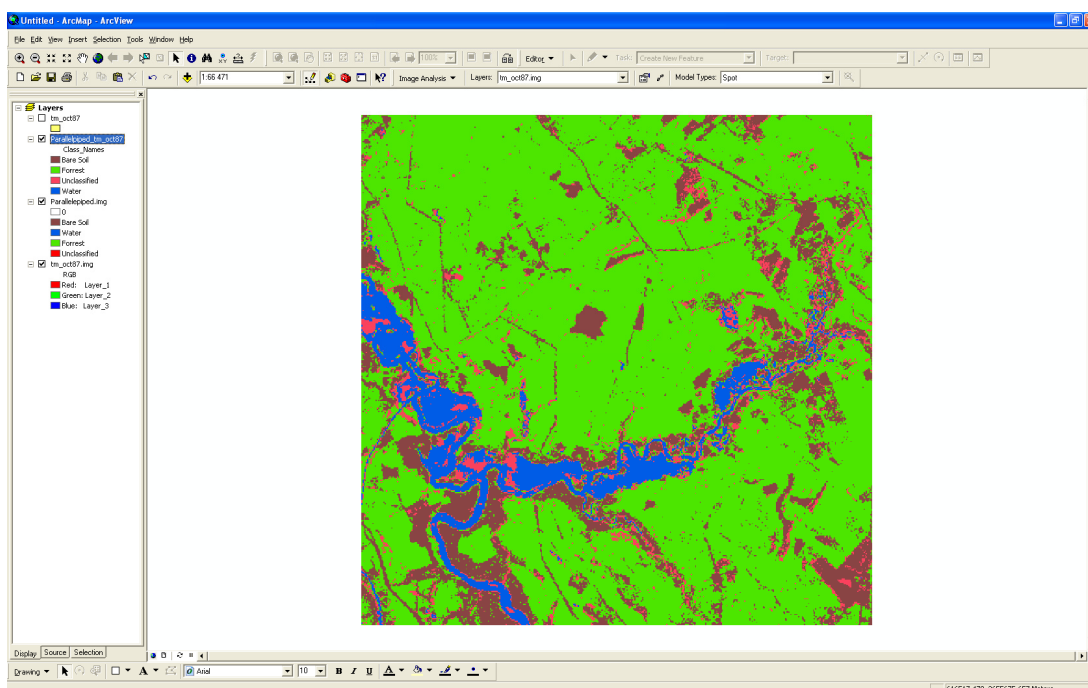


Obr. 8 Ukázka definování trénovací plochy – voda, zdroj: vlastní

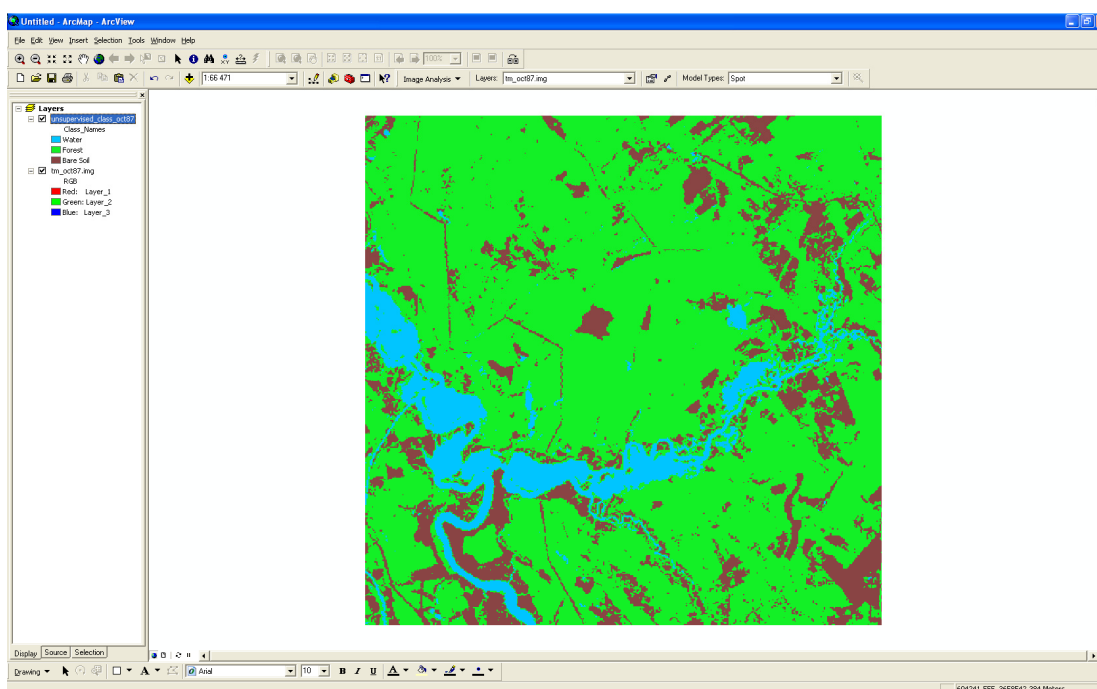


Obr. 9 Ukázka výsledku řízené klasifikace pomocí klasifikátoru minimální vzdálenosti, zdroj: vlastní

Šesté cvičení – **Klasifikace obrazu 2. část** pokračuje nejprve v řízené klasifikaci snímku z předchozího cvičení. Konkrétně je předvedena klasifikace metodou pomocí pravoúhelníků. Následuje ukázka neřízené klasifikace, jež v Image Analysis využívá algoritmus Isodata. Pro větší názornost rozdílů mezi řízenou klasifikací různými klasifikátory a neřízenou klasifikací, jsou v šestém cvičení použita stejná data, jako ve cvičení pátém. Uživatel tak může porovnat rozdíly mezi výsledky klasifikací.

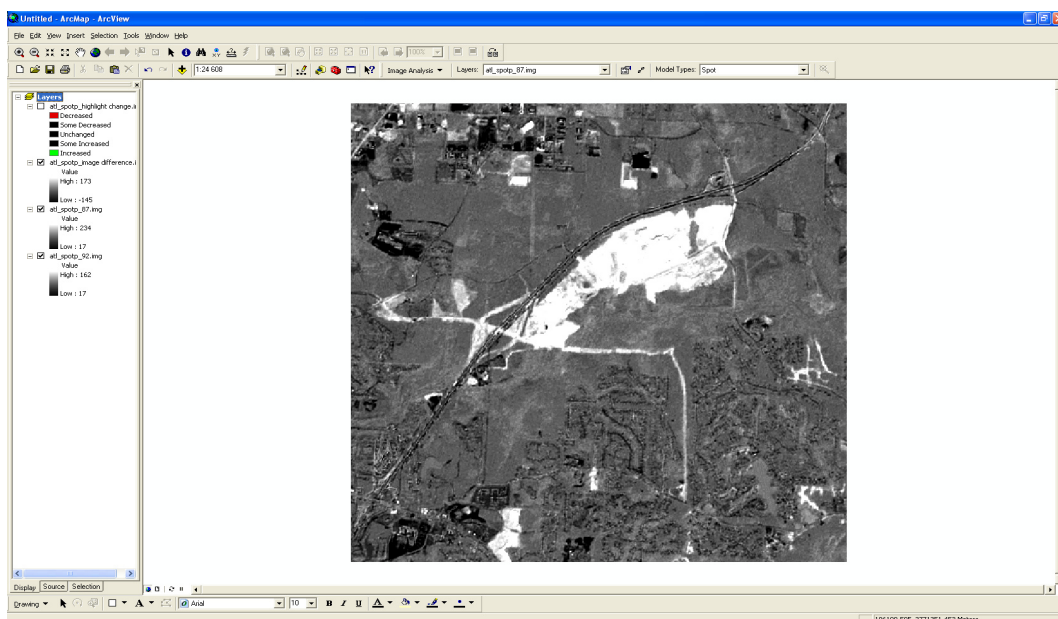


Obr. 10 Ukázka výsledku řízené klasifikace metodou pravoúhelníků, zdroj: vlastní

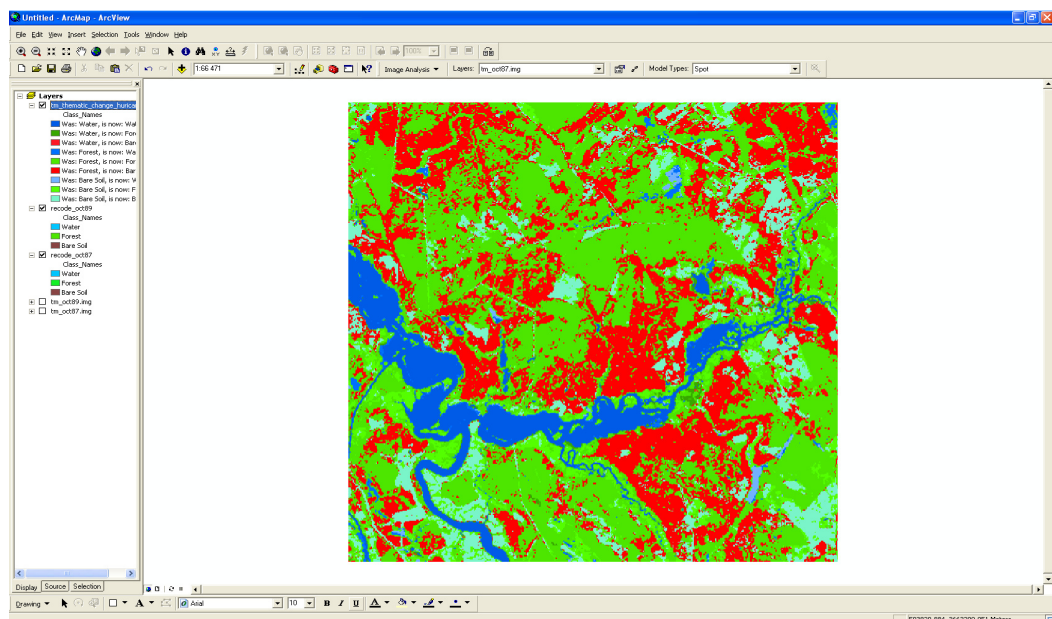


Obr. 11 Ukázka výsledku neřízené klasifikace, zdroj: vlastní

V sedmém cvičení – **Analýza změn v časové řadě** je předvedena jedna z nejčastěji používaných aplikací využívajících materiály DPZ. Jde o analýzu změn na snímcích pořízených v časové posloupnosti. V první části cvičení je na snímcích Atlanty *atl_spotp_87.img* a *atl_spotp_92.img* procvičena detekce změn území, zejména je možné pozorovat změny způsobené vlivem výstavby nákupního centra. Následuje zkoumání tematických změn v krajině. Na snímcích Jižní Caroliny zasažené hurikánem Hugo *tm_oct87.img* a *tm_oct87.img* jsou zkoumány tematické změny krajiny způsobené vlivem hurikánu. V závěru cvičení je předveden výpočet plochy zasažené oblasti.

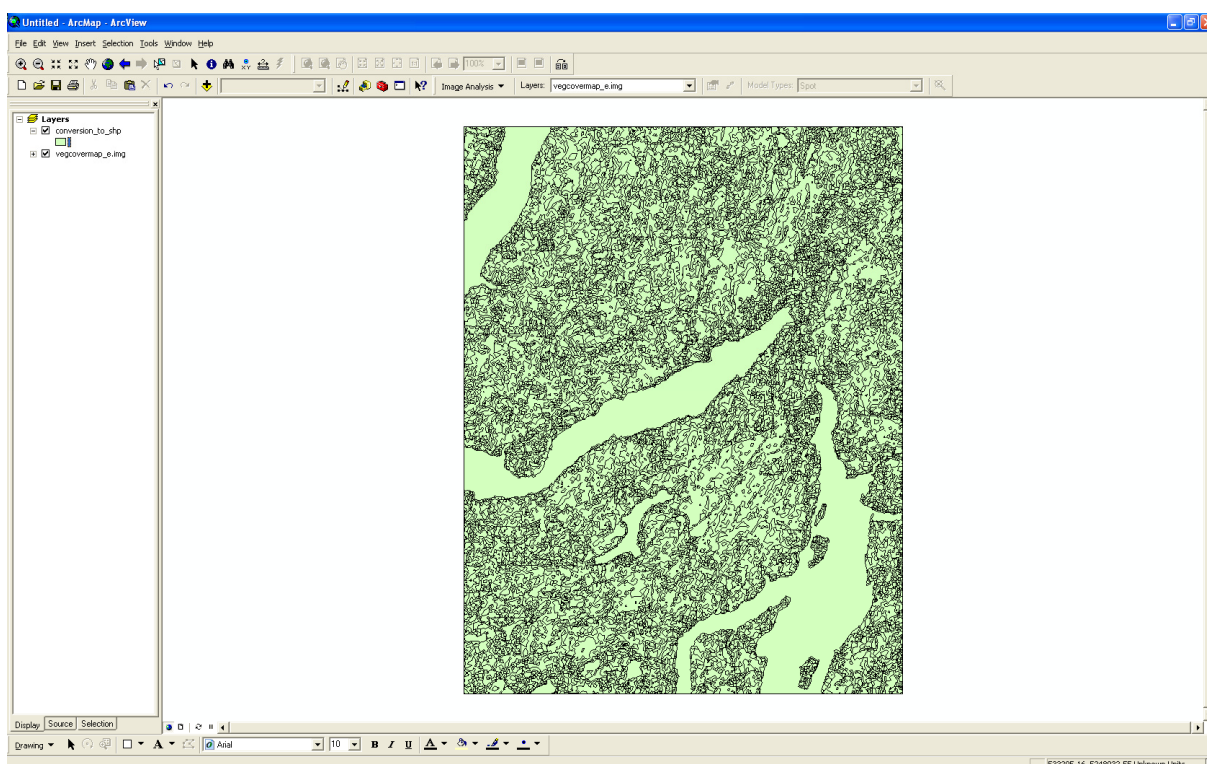


Obr. 12 Ukázka detekce změn území, zdroj: vlastní



Obr. 13 Ukázka detekce tematických změn, zasažené oblasti – červená barva, zdroj: vlastní

Osmé cvičení – **Převod rastrových dat na vektorová a vektorových na rastrová** se zabývá transformací mezi rastrovou a vektorovou reprezentací dat. Což je zpravidla vhodné z důvodu některých analýz, kdy jsou vyžadována data dané reprezentace, ale k dispozici jsou data reprezentace opačného typu. Nejprve je předvedena automatická vektorizace rastrového snímku *vegcovermap_e.img*. Následuje nástin možného způsobu transformace vektorových vrstev do rastrové reprezentace, ke kterému byly využity vektorové vrstvy oblasti Pardubic známé z práce v ArcGIS Desktop v předmětu GIS I.



Obr. 14 Ukázka vektorového snímku vytvořeného transformací rastru, zdroj: vlastní

8 Struktura cvičení

Struktura jednotlivých cvičení vychází z předpokladu, že uživatelé studijních materiálů se již setkali s GIS a mají alespoň základní znalosti v ovládnutí programu ArcGIS Desktop. Cvičení jsou uspořádána od jednodušších operací ke složitějším, od operací snadných na pochopení k operacím náročnějším na teoretické znalosti uživatelů. U jednotlivých cvičení není vždy nutný vizualizovaný výsledek, ale vždy se jedná o postup zpracování snímku, po jehož absolvování se předpokládá obohacení uživatele o znalosti a dovednosti v dané oblasti.

Grafický návrh vychází částečně z podobných, již zpracovaných materiálů. Zároveň je přizpůsoben nejpravděpodobnější formě distribuce materiálu k uživatelům, tedy elektronickým mediem. Cvičení kladou na uživatele určité nároky, avšak text cvičení je uživateli při vypracování daného cvičení pomocí a nápovědou. Zejména množstvím vizualizovaných dialogových oken a obrázků. Různými typy písma je rozlišena část komentářů a teoretických podkladů jednotlivých operací, od samostatných úkolů pro uživatele.

Každé cvičení začíná nejprve teoretickým úvodem do problematiky, kterou se dané cvičení zabývá, následuje vytyčení úkolů a popis použitých dat. Dále jsou uvedeny datové cesty. Samotné vypracování cvičení je členěno do dílčích kroků. U některých, zpravidla složitějších, operací je pro snazší pochopení připojen komentář a teorie jejich funkce. V závěru každého cvičení je shrnut účel a výsledky prováděných kroků. V průběhu cvičení a zejména v závěru cvičení jsou položeny doplňující otázky k zamyšlení nad tématem a prováděnými operacemi. A v neposlední řadě, zejména na konci kapitoly, slouží tyto otázky k ověření pochopení cvičení a získaných znalostí. Cvičení 1, 2, 3, 7, byla převzata z [32], cvičení 4, 5, 6, 8 jsou vlastní inspirována [28] a [32]

Veškerá použitá data ve cvičeních jsou dostupná na Ústavu systémového inženýrství a informatiky, Fakulty ekonomicko-správní. Jedná se především o cvičná data dodávaná společně s Image Analysis. Tyto snímky je též možné získat po zaregistrování na webových stránkách společnosti Erdas. Snímky pocházejí především z družic SPOT a Landsat TM a jsou z více míst světa, i když převažují snímky z území USA. V osmém cvičení byly použity vrstvy vektorových dat okolí Pardubic, též dostupná na Ústavu systémového inženýrství a informatiky, Fakulty ekonomicko-správní. Datové formáty snímků byly IMG a TIF.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření souboru osmi cvičení digitálního zpracování obrazu v extenzi Image Analysis programu ArcGIS Desktop. Vytvořený soubor cvičení má za úkol zejména vzdělávací funkci, kdy se předpokládá jeho využití pro potřeby studentů při studiu předmětu GIS II na Fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice. Jednotlivá cvičení obsahují základní teoretické seznámení s tematikou, studijní část a jsou zakončena otázkami pro ověření pochopení, případně další procvičení daného cvičení.

Vytvoření souboru cvičení předcházelo studium potřebné literatury a získávání informací nutných k vytvoření daného souboru cvičení. Zejména se jednalo o seznámení a pochopení dálkového průzkumu Země a s digitálním zpracováním obrazu. Následovalo studium manuálu k Image Analysis a seznámení se s Image Analysis.

Po prostudování možností a funkcí Image Analysis byl, na základě dostupných dat, sestaven návrh připravovaných cvičení a jejich řešení. Cvičení byla navržena tak, aby byly co možná nejvíce rovnoměrně vyváženy jednotlivé základní činnosti při zpracovávání materiálů DPZ a aby jednotlivé činnosti na sebe vzájemně navazovaly. Při tvorbě cvičení se vycházelo z předpokládaných znalostí a dovedností studentů. Předpokládají se zkušenosti s prostředím programu ArcGIS Desktop nabyté studiem předmětu GIS I. Vzhledem k předpokladu není detailně popisováno ovládání ArcGIS Desktop. Vzhledem ke skutečnosti, že je prostředí programu ArcGIS Desktop v anglickém jazyce, předpokládá se úroveň anglického jazyka potřebná k pochopení ovládání programů.

Výsledným produktem je soubor osmi cvičení uspořádaných od jednodušších operací ke složitějším, od operací snadných na pochopení k náročnějším na teoretické znalosti.

Úvodní cvičení seznamuje uživatele na některých základních operacích spektrálního zvýraznění s ovládáním Image Analysis.

Druhé a třetí cvičení seznamují s předzpracováním obrazu. Ve druhém cvičení je ukázka geometrických korekcí na příkladu rektifikace snímku, ve třetím cvičení je ukázka radiometrických korekcí, mimo jiné na příkladu mozaikování snímků.

Čtvrté cvičení se zabývá zvýrazněním obrazu, jsou předvedeny možnosti zvýraznění pomocí LUT, spektrální zvýraznění prostřednictvím práce s histogramem a použití filtrů.

Páté a šesté cvičení jsou zaměřena na klasifikaci obrazu. V pátém cvičení je ukázáno vytvoření trénovacích ploch a následují ukázky řízené klasifikace. V šestém cvičení pokračuje ukázka řízené klasifikace, konkrétně metodou pravouhelníků. Následují ukázky neřízené klasifikace algoritmem Isodata. Pro lepší názornost výsledků jednotlivých metod klasifikace, jsou použita v pátém a šestém cvičení stejná data.

Sedmé cvičení je ukázkou analýzy změn na snímcích pořízených v časové posloupnosti. Nejprve je procvičena detekce změn území, v další části cvičení následuje zkoumání tematických změn v krajině a na závěr je předveden výpočet plochy zasažené oblasti.

Závěrečné cvičení je ukázkou možností transformace mezi vektorovou a rastrovou reprezentací dat. Nejprve je předvedena automatická vektorizace a v další části cvičení je ukázka transformace vektorových vrstev do rastrové reprezentace, při níž byly pro lepší názornost použity vektorové vrstvy okolí Pardubic. Struktura cvičení vychází z předpokládaných znalostí uživatelů, jsou koncipována od jednodušších operací k náročnějším. Praktickému cvičení by měl předcházet teoretický úvod vyučujícího, případně nastudování teoretických informací samostudiem. Každé cvičení začíná nejprve teoretickým úvodem do problematiky, kterou se dané cvičení zabývá, následuje vytyčení úkolů a popis použitých dat. Samotné vypracování cvičení je členěno do dílčích kroků se zvýrazněním jednotlivých příkazů. V závěru každého cvičení je shrnut účel cvičení a položeny doplňující otázky k zamyšlení nad tématem a prováděnými operacemi.

Soubor cvičení je distribuovaný na CD. Student k jeho využívání potřebuje Adobe Acrobat Reader. K vypracování jednotlivých cvičení je nutné mít nainstalovaný Image Analysis pro ArcGIS Desktop, jehož zkušební třicetidenní verzi je možné získat po zaregistrování na webových stránkách společnosti Erdas, distributora Image Analysis pro ArcGIS Desktop. Součástí zkušební verze je také soubor snímků a manuál k Image Analysis. Snímky použité při tvorbě cvičení jsou součástí distribuovaného CD.

Seznam zkratek

CD	Kompaktní disk (angl. Compact Disc)
DN	Množství vyzařeného záření na jednotkové ploše, případně pixelu (angl. Digital Number)
DPZ	Dálkový průzkum Země
DZO	Digitální zpracování obrazu
GIS	Geografický informační systém (angl. Geodraphic Information System)
GIS I	Geografické informační systémy I – studijní předmět
GIS II	Geografické informační systémy II – studijní předmět

Literatura

- [1] ARCDATA PRAHA. *Aplikace ArcGIS Desktop* [online]. c2009 , 2009 [cit. 2009-05-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/esri/arcgis-desktop/aplikace-arcgis-desktop/>>.
- [2] ARCDATA PRAHA. *Image Analysis pro ArcGIS : podrobnější informace* [online]. c1992-2006 , 7. 12. 2007 15:01:13 [cit. 2009-07-01]. Dostupný z WWW: <<http://old.arcdata.cz/software/leica-geosystems/image-analysis-pro-arcgis/image-analysis-detaily>>.
- [3] ARCDATA PRAHA. *Image Analysis pro ArcGIS : Základní informace* [online]. c1999-2006 , 7. 12. 2007 15:01:13 [cit. 2009-05-10]. Dostupný z WWW: <<http://old.arcdata.cz/software/leica-geosystems/image-analysis-pro-arcgis>>.
- [4] BŘEHOVSKÝ, Martin, JEDLIČKA, Karel. *ÚVOD DO GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ : Přednáškové texty*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2005. 116 s., grafy. Dostupný z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>>.
- [5] CAMPBELL, J., B.: *Introduction to Remote Sensing*. 3rd ed., Taylor and Francis, London and New York, 2002, 621 s.
- [6] Canada Centre for Remote Sensing [online]. Date Modified: 2008-05-21 [cit. 2009-06-30]. Dostupný z WWW: <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/index_e.php>.
- [7] COUFALOVÁ, Olga, LUKAS, V., KŘEN, Jan. Multispektrální snímkování porostu obilnin. In *MendelNet'06 Agro*. 2007. vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, [2007] s. 1-11. Dostupný z WWW: <<http://old.af.mendelu.cz/mendelnet2006/articles/fyto/coufalova.pdf>>. ISBN 80-7157-999-8.
- [8] ČAPEK, R.: *Dálkový průzkum Země a fotointerpretace z hlediska geografa*. I. a II. díl, UK Praha, 1978, 279 s.
- [9] DAVIS, David E. *Vytváříme mapy v GIS: prozkoumejte své okolí i celý svět v geografickém informačním systému*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2000. 112 s. ISBN 80-7226-389-7.
- [10] DOBROVOLNÝ, Petr. *Dálkový průzkum Země, Digitální zpracování obrazu*. Vyd. 1998. Brno: MU Brno, 1998. 210 s. ISBN 80-210-1812-7.

- [11] GeoWikiCZ . *153YZOD Zpracování obrazových dat - cvičení 10 : Klasifikace obecně, neřízená klasifikace* [online]. [2008] , Stránka byla naposledy editována 9. 12. 2008 v 14:34 [cit. 2009-08-07]. Dostupný z WWW: <http://gama.fsv.cvut.cz/wiki/index.php/153YZOD_Zpracov%C3%A1n%C3%AD_obrazov%C3%BDch_dat_-_cvi%C4%8Den%C3%AD_10#Hodnocen.C3.AD_v.C3.BDsledk.C5.AF_klasifikace>.
- [12] Gisat. *Gisat / Klasifikace* [online]. [2001-] [cit. 2009-08-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.gisat.cz/content/cz/dpz/zpracovani-dat/klasifikace>>.
- [13] HORÁK, Jiří. *Kap. 1.1 : 1.1 Definice prostorových analýz* [online]. VŠB, 2002 , 08 prosince, 2002 21:37 [cit. 2009-07-01]. Dostupný z WWW: <http://gis.vsb.cz/pad/Kap_1/kap__1_1.htm>.
- [14] JENSEN, J.R.: *Introductory Digital Image Processing. A remote sensing perspective*. Prentice Hall, London, Sydney, Toronto, 1986, 379 s.
- [15] KLÍMA, M. – BERNAS, M. – HOZMAN, J. – DVOŘÁK, P. *Zpracování obrazové informace*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1996.
- [16] KOLÁŘ, J., HALOUNOVÁ, L, PAVELKA, K.: *Dálkový průzkum Země 10*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 1998, 164 s.
- [17] KOMÁRKOVÁ, J, KOPÁČKOVÁ, H. *Geografické informační systémy: pro kombinovanou formu studia*. 2. vyd. Pardubice: Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2008. 55 s. ISBN 978-80-7395-120-7.
- [18] LILLESAND, T.M., KIEFER R.W.: *Remote sensing and image interpretation*. 3.vyd. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1994, 750 s.
- [19] LUKEŠ, Petr. *Vyhodnocení pokryvu a využití krajiny pomocí dat DPZ*. Ostrava, 2007. 59 s. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí diplomové práce Ing. Markéta Hanzlová. Dostupný z WWW: <http://postgis.vsb.cz/GISacek2007/sbornik/lukes_gisacek07.pdf>.
- [20] MITCHELL, Andy, BOOTH, Bob. *Začínáme s ArcGIS*. Redland : ESRI, 2005. 253 s. ISBN 1-58948-091-0.
- [21] NOVÁKOVÁ, E.: *Hodnocení změn v krajině v CHKO Bílé Karpaty s využitím materiálů DPZ* [bakalářská práce]. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geoinformatiky, 2004.

- [22] OTRUSINA, Jiří. *DRUŽICOVÁ MAPA CHKO LITOVELSKÉ POMORAVÍ*. Brno, 2005. 41 s. MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ. Vedoucí bakalářské práce Doc. RNDr. Petr Dobrovolný, CSc. Dostupný z WWW: <http://otri.wz.cz/bakalarska_prace.pdf>.
- [23] PAVELKA, Karel. *Zpracování obrazových záznamů DPZ*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1999. 138 s. ISBN 80-01-02031-2.
- [24] PETROVÁ, A.: Zjišťování změn v krajině s využitím materiálů dálkového průzkumu Země (na území jižního okraje Brna). [Diplomová práce] Masarykova Univerzita v Brně, Brno, 1996, 63 s.
- [25] RAPANT, Petr. *Geoinformační technologie*. 2.vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. 102 s. ISBN 80-248-1263-0.
- [26] RAPANT, Petr. *Geoinformatika a geoinformační technologie*. 1 vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. 463 s. ISBN 80-248-1264-9.
- [27] SEDLÁK, P., VOŽENÍLEK, V.: Cvičení z GIS II – Systém Idrisi32 Release Two. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 2004, 116 s.
- [28] SEDLÁK, Pavel, HOBZA, Ondřej. *Digitální zpracování obrazu - Systém Idrisi32 Release Two*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. 85 s. ISBN 80-244-1538-0.
- [29] SHORT, Nicholas. The Remote Sensing Tutorial [online]. Site last updated: June 9, 2009 [cit. 2009-06-03]. Dostupný z WWW: <<http://rst.gsfc.nasa.gov/>>.
- [30] SOJKA, Eduard. *Digitální zpracování a analýza obrazů*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2000. 133 s. ISBN 80-7078-746-5.
- [31] TUČEK, Ján. *Geografické informační systémy: principy a praxe*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.
- [32] *Using Image Analysis for ArcGIS : Geographic Imaging by Leica Geosystems*. United States of America : Leica Geosystems Geospatial Imaging, LLC, c2006. 226 s.
- [33] VOBORA, Václav. *Automatické vyhledávání vlíčovacích bodů pro polynomiální rektifikaci*. Plzeň, 200. 66 s. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí diplomové práce Ing. Miloš Železný, Ph.D. Dostupný z WWW:

- <http://www.gis.zcu.cz/studium/dp/2007/Vobora__Automaticke_vyhledavani_vlicovacich_bodu_pro_polynomialni_rektifikaci__DP.pdf>.
- [34] VOŽENÍLEK, V.: Cvičení z GIS I - systém IDRISI. UP Olomouc, 1997, 134 s.
- [35] VOŽENÍLEK, V.: Diplomové práce z geoinformatiky. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 2002, 31 s.
- [36] VYORALOVÁ, Inka. Novinky software Leica Geosystems. *ARCREVUE*. 2005, č. 3, s. 26-27. Dostupný z WWW:
<<http://80.95.105.131/download/ArcRevue/2005/3/13-Leica-Geosystems-novinky.pdf>>.
- [37] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: Dálkový průzkum Země* [online]. 30. 7. 2009, 30. 7. 2009 v 15:30 [cit. 2009-07-31]. Dostupný z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/DPZ>>.
- [38] ZÁVODNÍK, P.: Využití technologie DPZ při monitoringu dynamiky rozvoje města Olomouce [bakalářská práce]. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geoinformatiky, 2004.
- [39] ŽIDEK, V.: Analýza v GIS a zpracování dat DPZ pro pokročilé. Návod ke cvičením v prostředí geoinformačního systému IDRISI pro Windows. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 2001, 107 s.
- [40] ŽIDEK, V.: Základy praktické práce v GIS. Návod ke cvičení v prostředí geoinformačního systému IDRISI pro Windows. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 1999, 191 s.

Přílohy

Příloha č. 1 – Soubor cvičení v Image Analysis na CD

Seznam obrázků

Obr. 1 Úvodní strana Shortova tutoriálu, zdroj:[29].....	26
Obr. 2 Úvodní strana CCRS tutoriálu, zdroj:[6].....	26
Obr. 3 Ukázka volby prvního bodu propojení snímku s vektorovou vrstvou ulic, zdroj: vlastní	29
Obr. 4 Detail výsledného propojení snímku s odpovídající vektorovou vrstvou ulic, zdroj: vlastní.....	29
Obr. 5 Výsledný snímek mozaikování snímků <i>airphoto1.img</i> a <i>airphoto2.img</i> , zdroj: vlastní.....	30
Obr. 6 Ukázka zvýraznění pomocí LUT, původní snímek vlevo, zvýrazněný vpravo, zdroj: vlastní.....	31
Obr. 7 Ukázka použití filtru detekce hran, původní snímek vlevo, zvýrazněný vpravo, zdroj: vlastní ..	31
Obr. 8 Ukázka definování trénovací plochy – voda, zdroj: vlastní	32
Obr. 9 Ukázka výsledku řízené klasifikace pomocí klasifikátoru minimální vzdálenosti, zdroj: vlastní.	32
Obr. 10 Ukázka výsledku řízené klasifikace metodou pravoúhelníků, zdroj: vlastní	33
Obr. 11 Ukázka výsledku neřízené klasifikace, zdroj: vlastní	33
Obr. 12 Ukázka detekce změn území, zdroj: vlastní.....	34
Obr. 13 Ukázka detekce tematických změn, zasažené oblasti – červená barva, zdroj: vlastní	34
Obr. 14 Ukázka vektorového snímku vytvořeného transformací rastru, zdroj: vlastní.....	35