

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Analýza změn v prostředí s využitím dat DPZ

Jiří Svoboda

Bakalářská práce
2008

University of Pardubice
Faculty of chemical technology

**Analysis of Changes in Environment using Remote Sensing
Data**

Jiří Svoboda

Bachelor work
2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří SVOBODA

Studijní program: B2802 Chemie a technická chemie

Studijní obor: Chemie a technická chemie

Název tématu: Analýza změn v prostředí s využitím dat DPZ

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

1. Vypracujte literární rešerši na následující témata:
 - podstata dálkového průzkumu země (DPZ)
 - vlastnosti družicových a leteckých senzorů vhodných k průzkumu vegetačního pokryvu
 - metody analýzy změn v prostředí z družicových snímků a využití vegetačních indexů.
2. Zpracujte a vyhodnoťte ukázkovou multitemporální analýzu vybrané oblasti Krkonoš se zaměřením na změny vegetačního pokryvu s využitím dostupných dat z družic Landsat.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Tomáš Brunclík, Ph.D.
Ústav ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

29. února 2008

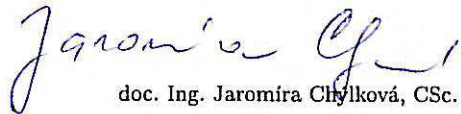
Termín odevzdání bakalářské práce:

27. června 2008


prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.

děkan

L.S.


doc. Ing. Jaromíra Chyilková, CSc.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 29. února 2008

Poděkování:

Rád bych poděkoval Ing. Tomáši Brunclíkovi, Ph.D., za poskytnutí zajímavého tématu na bakalářskou práci a za cenné informace, připomínky a za odborné vedení po dobu přípravy mé bakalářské práce.

ABSTRAKT

Tato práce pojednává o dálkovém průzkumu Země a jeho využití při zjišťování změn vegetace v krajině.

V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy týkající se dálkového průzkumu. Jsou zde uvedeny některé typy senzorů vhodné k mapování stavu vegetace a vegetačních indexů.

Součástí práce je experimentální část zaměřená na analýzu vegetačního pokryvu Krkonoš pomocí tasseled cap transformace a řízené klasifikace snímků z družice Landsat. Studovány byly změny v krajině v letech 1984 až 2001.

ABSTRACT

This bachelor`s work discusses remote sensing and its utilisation for investigation of landscape changes.

The theoretical part includes chapters about remote sensing and present sensors for vegetation mapping.

The experimental part contains simple analysis of vegetation change in Krkonoše using tasseled cap transformation and pattern recognition based classification of Landsat images from years 1984, 1992 and 2001.

OBSAH

Abstrakt.....	6
Abstract.....	7
OBSAH.....	8
ÚVOD.....	9
1. TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1.1. Podstata dálkového průzkumu země.....	10
1.1.1. Metody DPZ.....	10
1.2. Vlastnosti družicových a leteckých senzorů.....	11
1.2.1. LANDSAT.....	12
1.2.2. SPOT.....	13
1.2.3. Letecké senzory.....	14
1.3. Využití vegetačních indexů.....	15
1.3.1. Index NDVI.....	16
1.3.2. Index TVI.....	16
1.3.3. Index PVI.....	17
1.3.4. TASSELED CAP.....	18
1.4. Metody analýzy změn v prostředí z družicových snímků.....	18
1.4.1. Multitemporální RGB, poměrové snímky.....	19
1.4.2. Klasifikace.....	19
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	21
2.1. Analýza změn vegetačního pokryvu v oblasti Krkonoš.....	21
2.1.1. Vyhodnocení pomocí TASSELED CAP transformace.....	21
2.1.2. Geometrická řízená klasifikace.....	22
VÝSLEDKY A DISKUSE.....	24
3. ZÁVĚR.....	28
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	29
SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE A ZDROJE DAT.....	30
LITERATURA.....	31
PŘÍLOHY.....	33
ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI.....	35

ÚVOD

Dálkový průzkum Země je jednou z geoinformačních technologií. Metody DPZ jsou široce využívány v geografickém výzkumu, protože terénní průzkum rozsáhlejších oblastí je finančně a časově velmi náročný. Stejná oblast může být snímána opakovaně v různých časových intervalech. Výsledkem je možnost porovnání změn v krajině.

Pro monitorování vegetace dnes existuje celá řada senzorů, které jsou součástí družicových systémů nebo jsou využívány letecké senzory.

Krkonoše se rozprostírají severovýchodní části Čech při hranici s Polskem a můžeme zde nalézt přes 1300 druhů kvetoucích rostlin. V 80. letech minulého století byly zatíženy vysokou koncentrací škodlivých látek v ovzduší, což mělo neblahý vliv na vegetaci, zejména na lesy. Cílem této práce je nastínit možnosti zjištění vývoje vegetace oblasti Krkonoš a zvolit vhodnou metodu, která umožní detekci a klasifikaci změn v podílu typů vegetace mezi jednotlivými roky v prostředí GIS.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1. Podstata dálkového průzkumu země

Dálkový průzkum Země se zabývá pořizováním leteckých a družicových snímků, jejich zpracováním a analýzou za účelem tvorby topografických a tématických map. [1]

Specifikací DPZ je získávání dat bez nutnosti fyzického kontaktu. K získání těchto dat lze využít **konvenční metody**, kde výsledkem je fotografie v analogové podobě a **nekonvenční metody** jejichž výstupem jsou digitální snímky pořízené ze snímacích zařízení umístěných na palubách družic.

1.1.1. Metody DPZ

Rozdělení metod:

podle **zdroje záření**

pasivní - registrují sluneční záření, které se odrazí od objektů na Zemi a sledují charakteristiky přirozených fyzikálních polí. [3]

aktivní- zařízení aktivně vysílá záření, které po odrazu od zemského povrchu opět přijímá. Sledují charakteristiky uměle buzených polí. [3]

podle **zaznamenané části elektromagnetického spektra**

multispektrální snímkování je technologie vyvinutá původně pro vesmírné snímkování. Multispektrální snímkování může zachytit světlo mimo rozsah viditelného záření, jako je například infračervené.[7]

hyperspektrální snímkování sbírá informace napříč elektromagnetickým spektrem. Na rozdíl od lidského oka, které vidí pouze v oblasti viditelného světla,

hyperspektrální snímkování připomíná více oči korýše straška, který vidí v rozsahu od ultrafialového až po infračervené světelné spektrum.

Rozdíl mezi hyperspektrálním a multispektrálním snímkováním je obvykle v počtu snímaných pásem. Zatímco u multispektrálních snímků máme maximálně desítky pásem u hyperspektrálních snímků jsou to stovky až tisíce pásem. [8]

podle způsobu záznamu obrazu

metody konvenční (fotografické)

Výsledkem je fotografie v analogové podobě vzniklá v jednom okamžiku; kvalita závisí na počasí; je geometricky přesná.

Podává informace o okamžitém stavu různě intenzivních dynamických procesů, lze opakovaně porovnávat s jinými daty a disponuje vysokou prostorovou rozlišovací schopností. Dle výšky letu nastává nutnost použití filtrů pro odstranění rozptýleného světla.

metody nekonvenční

Výsledkem je digitální obrazový záznam; často vzniká postupně po pixelech; dosažitelná geometrická přesnost je závislá na velikosti pixelu; nabízí možnosti tématického mapování.

1.2. Vlastnosti družicových a leteckých senzorů

Jedná se o detektory obíhající Zemi v pravidelných intervalech. Jednotlivé senzory mají různé vlastnosti a odlišné rozlišení a stejně tak i jinou dobu oběhu. Seznam družic nesoucích senzory vhodné k průzkumu vegetačního pokryvu Země najdeme v odborné literatuře [4].

1.2.1. LANDSAT

Cílem programu Landsat je monitorovat změny povrchu Země. První satelit byl vypuštěn v roce 1972; poslední, Landsat 7, 15. dubna 1999. Přístroje na družicích Landsat již pořídily miliony obrazů. Ty jsou uloženy v USA a v přijímajících stanicích po celém světě. Jsou jedinečným zdrojem informací pro studium změn Země v globálním i regionálním měřítku. Aplikace zahrnují zemědělství, kartografii, geologii, lesnictví, regionální plánování, výuku a národní bezpečnost. Landsat 7 pořizuje data z 8 spektrálních pásem s prostorovým rozlišením od 15 do 60 metrů. [2]

Parametry družice **Landsat 7**: výška oběžné dráhy 705 km; inklinace; 98.2°; dráha družice subpolární, synchronní se sluncem; doba oběhu kolem Země 99 minut; opakovaný přelet nad stejným místem 16 dní [5].

Vlastnosti senzorů družice LANDSAT.

- **MSS**

Multispectral Scanner – mechanooptický skener zaznamenává obraz ve čtyřech pásmech (zelená barva, červená barva a dvě blízké IČ) od 500nm do 1100nm a šířku záběru má 185 km.

MSS je zařízení, které snímá povrch Země kolmo na orbitu. Tento pohyb je zajištěn výkyvným zrcadlem.. Při každém kmitu je skenováno 6 řádků obrazu ve čtyřech spektrálních pásmech. Snímaný pixel má vlivem pohybu družice rozměry 68 metrů v kolmém směru a v podélném 83 metrů, přičemž překryv řádků je 15 metrů.

- **TM**

Thematic Mapper zaznamenává v modré oblasti barevného spektra se sedmi spektrálními pásy.

TM je pokročilý multispektrální skener pozemních zdrojů navržených k tomu, aby dosáhl většího obrazového rozlišení a ostřejšího spektrálního oddělení

než MSS, a aby zlepšil geometrickou a radiometrickou přesnost a rozlišení. TM data jsou snímána v sedmi spektrálních pásmech od viditelné do tepelné infračervené oblasti současně. Pásmo 6 snímá termální infračervené záření. Scénu tohoto pásma lze získat pouze v noci a to s rozlišením 120 m, ostatní pásma snímají s rozlišením 30 m.

- **ETM+**

Enhanced Thematic Mapper je zdokonalenou verzí systému TM.

ETM+ je osmipásmový multispektrální radiometr schopný poskytovat informace ze zemského povrchu s vysokou rozlišovací schopností. Zjistí spektrálně filtrované záření v pásmech VNIR (viditelné a blízké infračervené záření), SWIR (střední infračervené záření), LWIR (oblast dlouhovlnného infračerveného záření) a PAN (panchromatické pásmo) z osvětlené části Země v 183 km širokém pásu. Nominální vzorek je 15 m v panchromatickém pásu, 30 m v VNIR a SWIR pásmech a 60 m v pásmu LWIR.

1.2.2. SPOT

Systém francouzských družic SPOT je funkční od roku 1986. Družice SPOT mají synchronní dráhu se Sluncem. Snímání stejného místa provádějí v rozmezí 26 dní. Základními přístroji jsou optoelektronické radiometry pracující s CCD detektory s tzv. podélným snímáním. Novější družice jsou doplněny o pásmo v oblasti infračervených vlnových délek. Na palubě je i skener VEGETATION. [6]

Vlastnosti senzorů družice SPOT.

- **Senzor VEGETATION**

Na palubě družice SPOT 5 je umístěn senzor Vegetation, který je určen především pro mapování vývoje vegetace v regionálním a až kontinentálním měřítku. Skener VEGETATION je snímací zařízení pro studium vegetace v globálním měřítku. Nabízí multispektrální snímky s rozlišením 1,1 km, šířka záběru 2700 km. Vegetační složku lze zdůraznit vytvořením nepravé barevné

syntézy, na níž jsou povrchy pokryté vegetací zobrazeny červenou barvou. [6] (viz příloha 3 pokrývající oblast části jižní Francie v létě 2003). Více informací na oficiálních stránkách francouzské vesmírné agentury www.cnes.fr.

1.2.3. Letecké senzory

Starší, v řadě aplikací však stále výhodnější metodou DPZ jsou letecké senzory. Letecké senzory dosahují zpravidla oproti družicovým vyššího rozlišení a mají pohyblivou dobu snímkování (mohou létat nad daným územím kdykoli a nejsou omezeny pevným časem přeletu nad danou lokalitou). Používají se například k lokálnímu mapování vegetace.

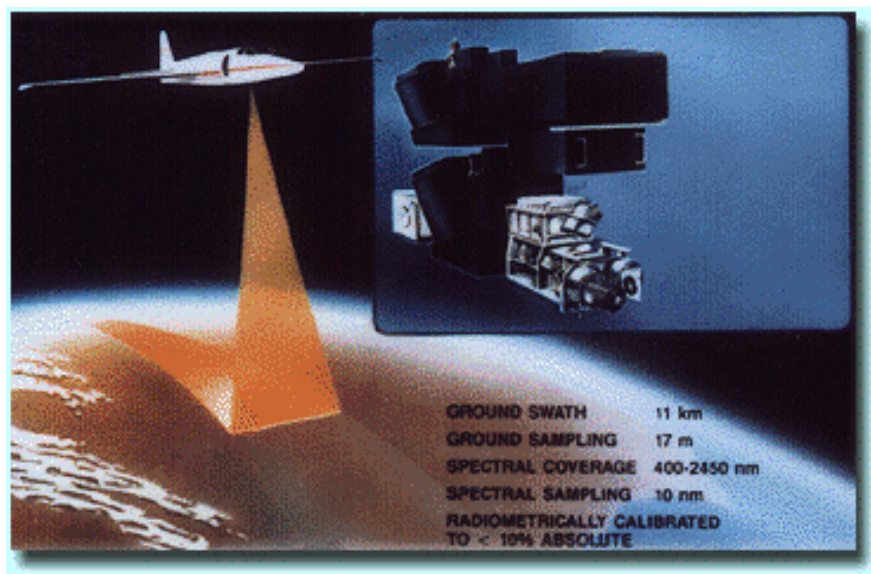
Senzory mohou být jednopásmové, multispektrální i hyperspektrální. Přehled leteckých senzorů můžeme najít v odborné literatuře. [4]

Mezi jejich nevýhody patří kolísání měřítka, radiální posuny nebo vznik slunečních skvrn na vodních plochách.

Pro letecké snímkování se používá letadel s co největším dostupem a relativně malou rychlostí (IL, CESNA, DORNIER,...).

- **AVIRIS**

Příkladem hyperspektrálního leteckého senzoru je Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) snímky jsou většinou pořizovány z výšky 20km při rychlosti 730km/h, některé scény jsou pořizovány z výšky 4km při rychlosti 130km/h. Snímek má 224 navazujících spektrálních kanálů s vlnovou délkou v rozsahu od 400 do 2500nm. [4]



Obrázek 1

Na obrázku 1 je znázorněné použití leteckého senzoru AVIRIS.

1.3. Využití vegetačních indexů

Vegetační index charakterizuje množství zelené hmoty na sledovaném území.

Ke stanovení vegetačních indexů se využívá zejména rozdílné odrazivosti vegetačního pokryvu ve viditelné červené, viditelné zelené a blízké infračervené části spektra. Pro výpočet vegetačních indexů existuje velké množství algoritmů.

Indexy lze rozdělit do dvou velkých skupin:

- poměrové indexy

Poměrové indexy dávají do vztahu jednoduchým nebo normalizovaným poměrem odrazivost povrchů v červené viditelné a blízké infračervené části spektra. Mezi nejčastěji používané poměrové indexy patří například: NDVI, TVI, leaf area index a další

1.3.1. Index NDVI

Normalized difference vegetation index – normalizovaný diferenční vegetační index koreluje především s obsahem zelené hmoty v pixelu (hustoty vegetačního pokryvu). Při vyhodnocování indexu NDVI světlejší plochy na snímku se vyznačují vyšší hodnotou indexu a představují části snímku s nejbohatší vegetací. Jednotlivé zkratky uvedené níže jsou vysvětleny v seznamu symbolů a zkratk na str. 28.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Hodnoty NDVI se mohou pohybovat v intervalu [-1;+1]

POVRCH	NDVI
Hustá vegetace	0,5000
Středně hustá vegetace	0,140
Řídká vegetace	0,090
Holá půda	0,025
Oblačnost	0,002
Sníh, led	-0,046
Voda	-0,257

Tabulka č. 1: Typické hodnoty NDVI [9]

1.3.2. Index TVI

Transformed Vegetation Index - transformovaný vegetační index

$$TVI = \sqrt{\left(\frac{NIR - RED}{NIR + RED} + 0,5\right)}$$

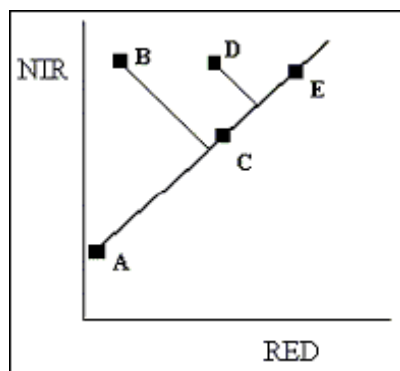
Používá se k vyhodnocování tepelně-vlhkostních parametrů krajinného krytu.

- **ortogonální indexy**

Ortogonální indexy jsou lineární kombinací původních pásem multispektrálního obrazu. Zástupcem této skupiny indexů je index PVI nebo transformace původních pásem multispektrálního obrazu označovaná jako TASSELED CAP .

1.3.3. Index PVI

Perpendicular vegetation index – kolmý vegetační index umožňuje do značné míry odlišit odrazivost vegetace a půdního substrátu. Princip výpočtu je znázorněn na následujícím obrázku.



Obrázek 2 – princip výpočtu PVI (A,C,E – linie půdy; B,D – pixely s různým zastoupením vegetace)

Vzdálenost od linie půdy určuje hodnotu PVI. Ze spektrálního chování půdy nepokryté vegetací plyne, že její odrazivost v červené viditelné a blízké infračervené části spektra vykazuje kladnou korelaci a hodnoty pro různé vzorky holé půdy vynesené do dvourozměrného grafu mají tendenci vytvářet přímku - tzv. linii půd (soil line). Pixel A tak může reprezentovat vlhkou, pixel E naopak suchou půdu. Rovnice přímky reprezentující linii půd lze sestavit například metodou nejmenších čtverců. [12]

$$PVI = \sqrt{(RED_V - RED_P)^2 + (NIR_P - NIR_V)^2}$$

Na hodnoty uvedeného indexu mají velký vliv takové vlastnosti půdního substrátu jako vlhkost půdy či drsnost povrchu. [12]

1.3.4. TASSELED CAP

Další příklad ortogonálního vegetačního indexu je transformace původních pásem multispektrálního obrazu. Podobně jako v případě tzv. analýzy hlavních komponent jsou z původních pásem multispektrálního obrazu vypočtena lineární kombinací pásma nová, která zvýrazňují určité vlastnosti povrchů. 1. pásmo (Soil Brightness Index) je orientováno ve směru maximálního rozptylu hodnot odrazivosti půdy. 2. pásmo (Greenness Vegetation Index) je kolmé k první ose a je orientováno ve směru největšího kontrastu mezi viditelnou a blízkou infračervenou částí spektra. Je tedy ukazatelem zelené hmoty. Nejvyšší hodnoty a nejsvětější tóny patří oblastem s rozvinutým vegetačním krytem. Snímek je velmi podobný snímku s hodnotami indexu NDVI. 3. pásmo (Yellow Staff Index) je označováno jako index „Wettness“ a koreluje s obsahem vlhkosti v půdě. 4. pásmo se označuje jako Non-such. [9]

1.4. Metody analýzy změn v prostředí z družicových snímků

V rámci studií zabývajících se krajinou a jejími složkami se stále častěji přihlíží k historickému vývoji krajiny, zkoumá se její podoba v minulosti a změny krajinné struktury. [14]

Podklady lze převést do digitální formy a implementovat do prostředí geografického informačního systému (GIS), což otvírá další možnosti hodnocení struktury krajiny. Na základě znalostí procesů formování krajinné struktury až k současnému stavu lze do jisté míry předpovědět, jak bude vývoj při stávajících podmínkách pokračovat dál a jakým způsobem je možno jej usměrnit v zájmu zachování a zvýšení krajinné diverzity. [14]

1.4.1. Multitemporální RGB, poměrové snímky

Metoda vizuální interpretace patří díky své jednoduchosti mezi základní metody interpretace snímků. Vychází z předpokladu, že různou kombinací pásem RGB lze dosáhnout zvýraznění a odlišení různých jevů zemského povrchu a jeho využití. Využití této metody je časté při studiích vegetace. Každý senzor disponuje jiným počtem pásem, v nichž pořizuje záznamy, ty se navíc liší šířkou snímaného pásma. Proto je třeba stanovit pro každý senzor vlastní kombinace pásem. Navíc s rostoucím počtem pásem se nabízí větší prostor pro jejich kombinování. [11]

1.4.2. Klasifikace

Klasifikace (rozpoznávání) je metoda využívaná u multispektrálních dat. Klasifikace nerozeznává předměty, nýbrž jejich obrazy a zařazuje je do tříd na základě rozdílů v rozsahu úrovní jasu v různých kanálech multispektrálního obrazu.

- neřízená

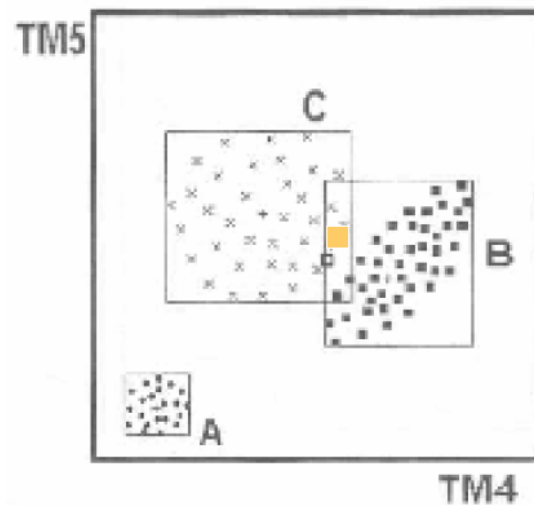
Neřízená klasifikace využívá pro vlastní výpočet rozdělení území na kategorie či třídy automatizovaný algoritmus, který podle podpůrných dat (mapa, terén, letecké foto) přiřazuje funkční význam [9]. Pixely jedné třídy jsou ve vícerozměrném prostoru definované hodnotami pixelu v jednotlivých kanálech snímku blízko sebe – vytvářejí shluky. Pixely odlišných povrchů se liší spektrálním chováním a jsou dobře separovatelné. Při vhodně nastavených parametrech lze zjistit i velmi jemné rozdíly ve spektrálním chování a rozlišit tak různé povrchy.[11]

- Řízená

Z důvodů definování tzv. trénovacích ploch sloužících pro základ klasifikování celého snímku, řízená klasifikace předpokládá určitou úroveň znalosti analyzovaného území. Každá trénovací plocha by měla mít dostatečný počet pixelů, vhodnou polohu i rozmístění.

Pro vlastní výpočet řízené klasifikace existuje několik algoritmů. Podrobněji se algoritmy zabývá Dobrovolný (1998).

Speciálním případem řízené klasifikace je klasifikace geometrická, která kromě úrovně klasifikovaného pixelu hodnotí i úrovně okolních pixelů a zohledňuje tak i texturu obrazu v daném místě. [11]



Obrázek 3 – princip neřízené klasifikace, kde podle vhodně zvoleného pravidla jsou pixely zařazovány do tříd. Při klasifikaci u obrázku 3 je použit klasifikátor pravoúhelníků (parralepipedes).

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

2.1. Analýza změn vegetačního pokryvu v oblasti Krkonoš

Stav vegetace jsem analyzoval pomocí TASSELED CAP transformace a pomocí geometrické řízené klasifikace. Analýzu pomocí index NDVI jsem neprováděl z důvodu nutné složité atmosférické korekce, bez které by neměl index NDVI vypovídající hodnotu.

Data ze kterých jsem vycházel byla pořízena družicemi Landsat a stažena z adresy: <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

2.1.1. Vyhodnocení pomocí TASSELED CAP transformace

Do programu GRASS jsem načetl tři družicové snímky Krkonoš z let 1984, 1992, 2001. Data pochází ze senzorů (tm) a ETM+ družice LANDSAT 5 a 7. Z volně dostupných snímků bylo možné vytvořit vhodnou časovou řadu jen při použití snímků ze sousedících pásů snímání družic Landsat, jejichž překryv pokrývá pouze východní část Krkonoš. Z tohoto důvodu se analýza netýká celého území Krkonoš, ale právě jejich východní části. Lze předpokládat, že při použití všech komerčně dostupných družicových dat by se dala analýza provést stejným postupem pro celé území Krkonoš a také se zahrnutím snímků z posledních let nebo i aktuálních.

Po načtení všech sedmi kanálů pro každý snímek a provedení TASSELED CAP transformace jsem získal čtyři transformované kanály z každého roku. Kanál číslo 2 (nazývaný v angličtině greenness) koreluje s množstvím zeleného barviva (chlorofylu).

Vyhodnocení změn v průběhu let 1984 až 2001 jsem provedl pomocí příkazu r.composite. Každému roku byla přiřazena jedna barva. (1984 – červená, 1992 – zelená a 2001 – modrá)

Dostal jsem jednokanálový snímek s barevnou paletou, kde místům, ve kterých došlo ke změně vegetace (tj. obsahu chlorofylu) odpovídá příslušná barva. V místech poklesu mezi lety 1984 a 1992 je snímek zbarven červeně, pokud došlo k poklesu mezi lety 1992 a 2001 je snímek zbarven žlutě. Naopak azurová barva znamená přírůstek obsahu chlorofylu v letech 1984 až 1992 a modrá barva ukazuje na přírůstek mezi lety 1991 a 2001.

Výstup a vyhodnocení TASSELED CAP transformace najdeme na str. 25.

2.1.2. Geometrická řízená klasifikace

Při klasifikaci jsem použil algoritmus „SMAP – sequential maximum a Posteriori – estimation“. Jde o klasifikaci s přihlédnutím k podobnostem sousedních pixelů. Tento typ klasifikace vede ve většině případů ke zřetelnému zlepšení výsledků klasifikace.

Při SMAP klasifikaci jsem postupoval takto:

(a) Zahrnul jsem vstupní kanály do obrazové skupiny (**i.group**):

Zadal jsem všechny kanály a vytvořil jsem nové skupiny (group). Dále jsem nadefinoval podskupinu („Subgroup“), ve které jsem musel znova vyznačit všechny kanály.

(b) Po vložení vstupních kanálů jsem provedl vektorizaci trénovacích ploch pomocí editačních funkcí programu QGIS. Po importu trénovacích ploch do GRASSu jsem provedl rasterizaci trénovací mapy za pomoci (**v.to.rast**).

(c) Vytvořil jsem soubor příznaků (**i.gensigset**)

Modul se mne nejdříve dotazoval na trénovací plochy, potom jsem vyplnil skupinu („group“) a podskupinu („subgroup“) za pomoci **i.group**. Modulem sestavený „subgroup signature file“ označuje soubor obsahující definice tříd pro řízenou klasifikaci.

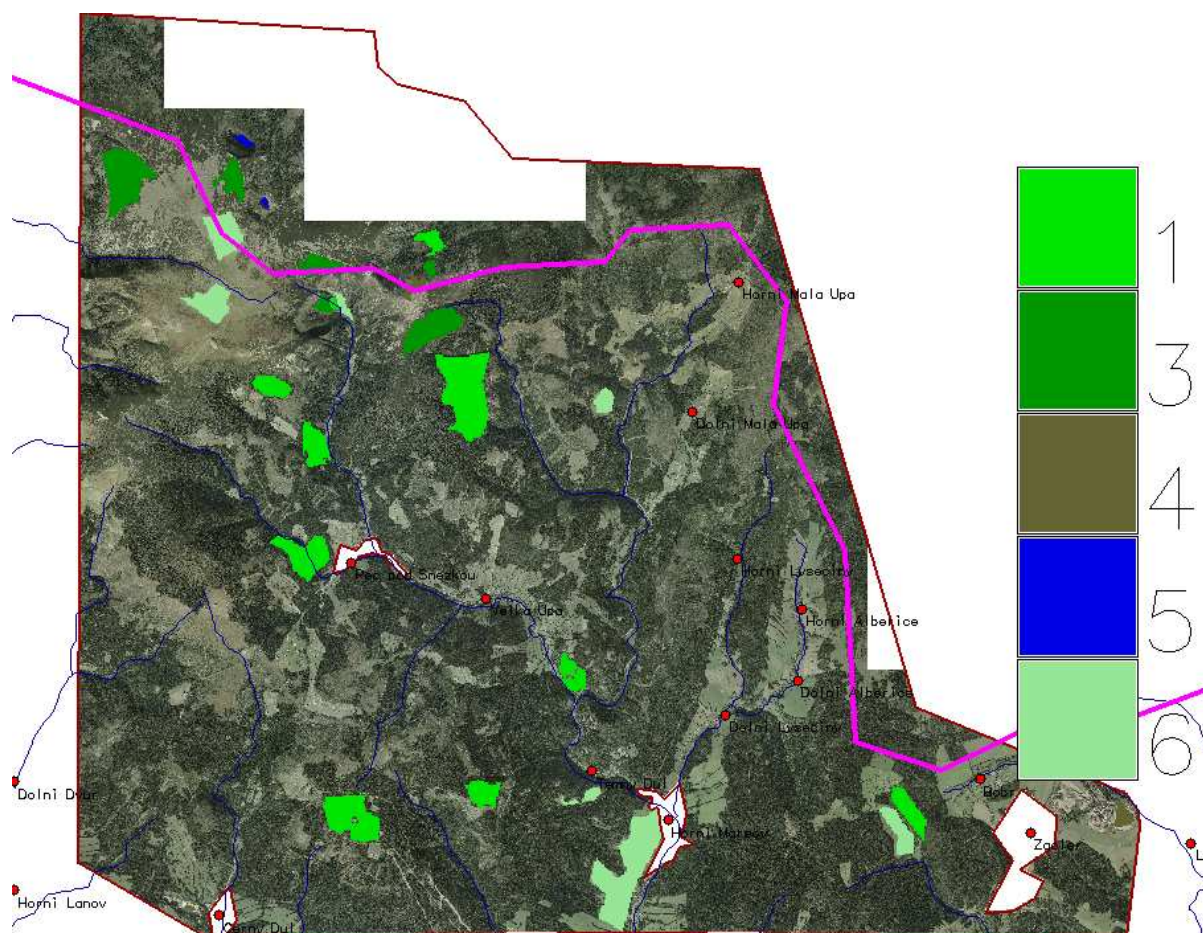
(d) V posledním kroku jsem nasadil klasifikátor **i.smmap**

Znovu jsem určil skupinu („group“) a podskupinu („subgroup“) a poté i („subgroup signature file“). Následně proběhl výpočet. Za předpokladu, že jsem nastavil dostatečné množství správně klasifikovaných trénovacích ploch, měl by se výsledek algoritmu **i.smmap** velmi blížit skutečnosti.

Výsledky geometrické řízené klasifikace jsou uvedeny na straně 26 a 27.

Srovnání klasifikátorů je možné nalézt v příručce GRASSu. [13]

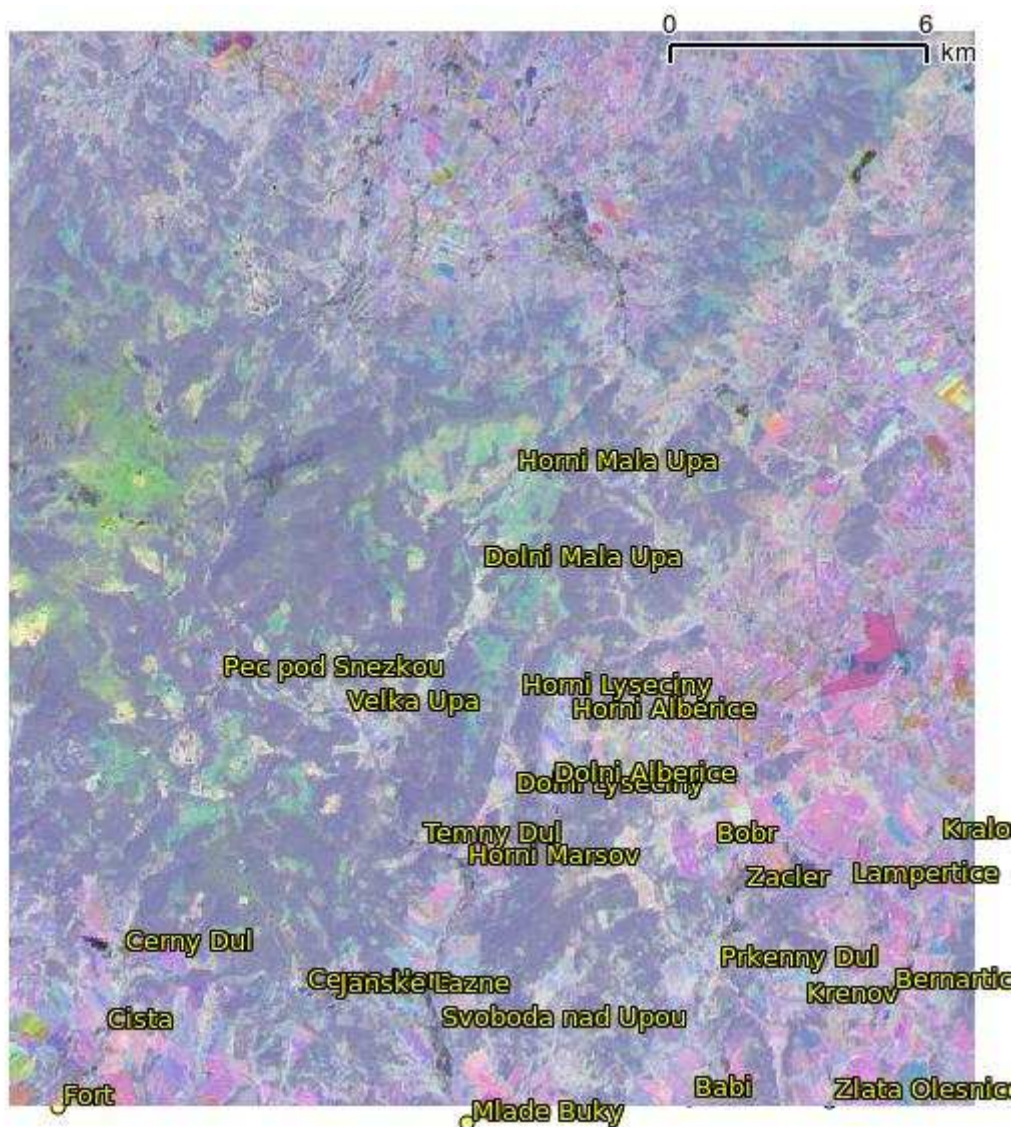
Pro přehlednější orientaci jsem přidal vrstvy hranic ČR, měst a vodních toků.



Obrázek 4 – výběr trénovacích ploch při geometrické řízené klasifikaci.

Správný výběr trénovacích ploch má hlavní podíl na správnosti výsledků celé klasifikace. Informace k legendě jsou uvedeny níže v tabulce 2.

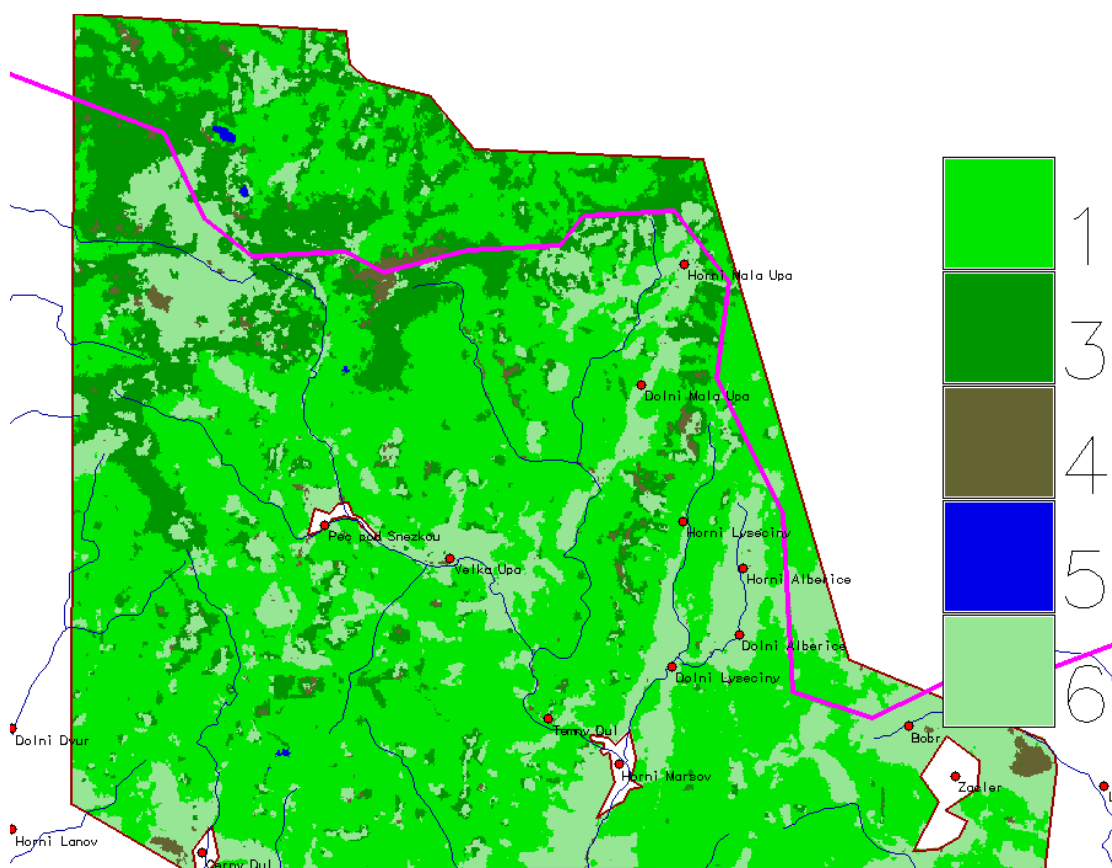
VÝSLEDKY A DISKUSE



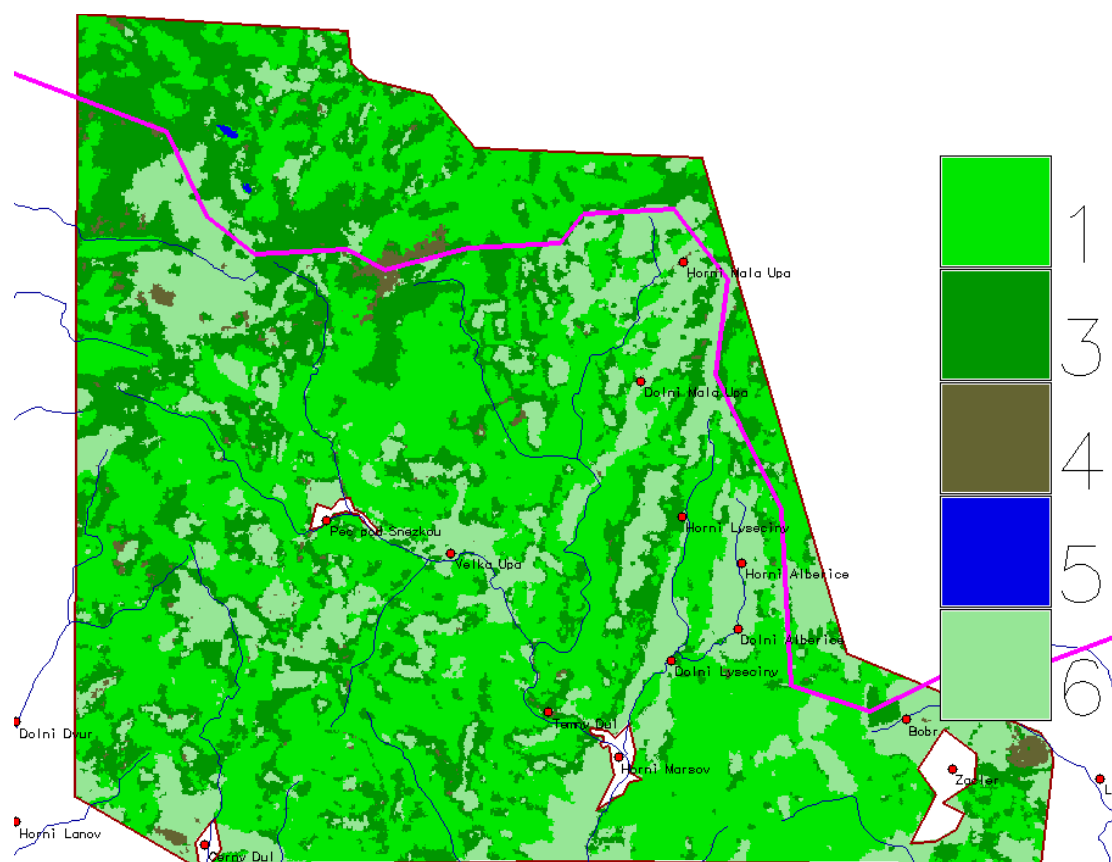
Obrázek 5

Na obrázku 5 odpovídají barvy změnám v obsahu chlorofylu. Jednotlivé barvy byly vysvětleny na str. 23. K jejich přiřazení došlo RGB syntézou (rok 1984 – červená barva, rok 1992 – zelená barva a rok 2001 je označen modrou barvou).

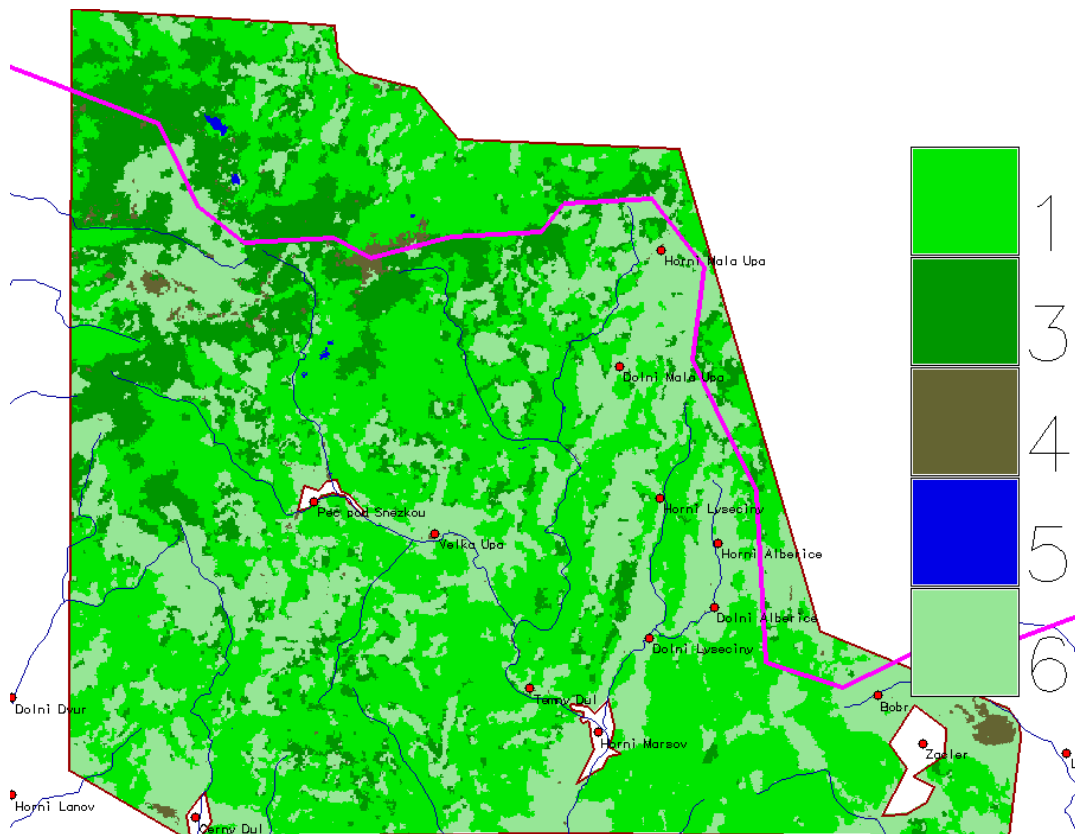
Je dobře rozeznatelné, že vegetační pokryv není neměnný a doznává změn. K určení přesného důvodu barevné změny by bylo zapotřebí fotomap map z různých historických dat, provedení evidence ničivých vichřic a polomů, které poničily vegetační pokryv velkých zalesněných ploch a provedení vizuální kontroly u míst, kde došlo k výrazným změnám ve vegetačním pokryvu.



Obrázek 6 – geometrická řízená klasifikace roku 1984.



Obrázek 7 – geometrická řízená klasifikace roku 1992.



Obrázek 8 – geometrická řízená klasifikace roku 2001.

Legenda nám ukazuje barevné rozložení pro šest různých tématických tříd.

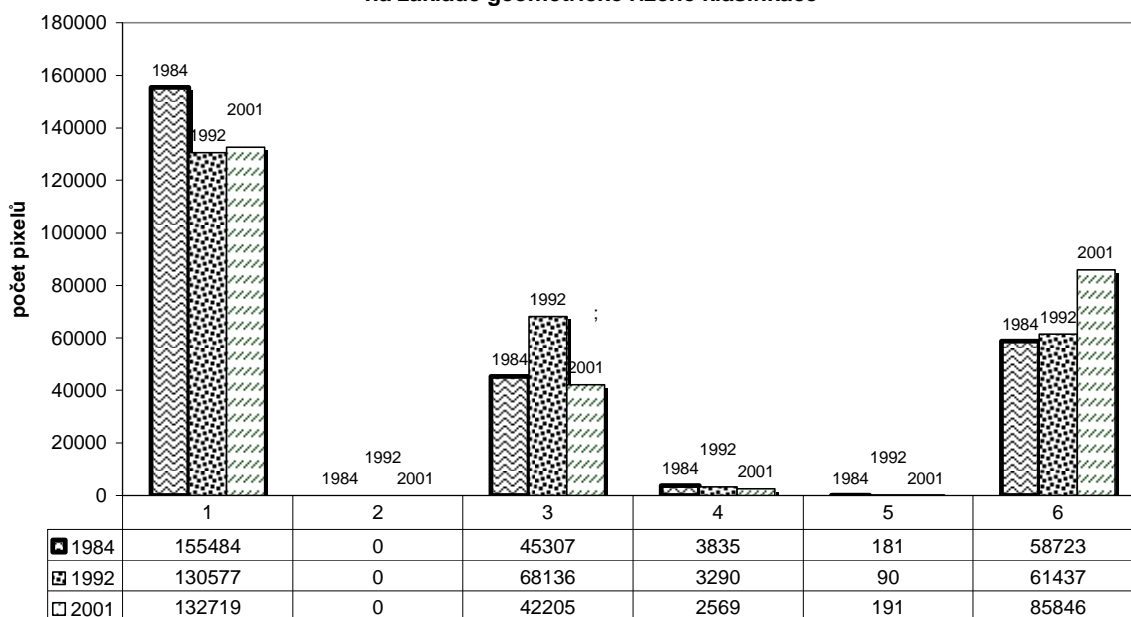
1	vzrostlý les
2	plocha není nadefinována
3	kleč a řídké či nízké stromy
4	holá půda
5	voda
6	louka

Tabulka 2 nám zobrazuje popisky pro legendu použitou u obrázků 6, 7 a 8.

Celková zkoumaná plocha zaujímá území o rozloze 214,162 km².

Pro porovnání změny velikosti tématických ploch během let 1984, 1992 a 2001 jsem sečetl množství pixelů každé nadefinované třídy v každém roce a sestrojil jsem přehledný sloupcový graf 1.

Vyhodnocení změny vegetačního pokryvu v Krkonoších během let 1984, 1992 a 2001
na základě geometrické řízené klasifikace



Graf 1 - zobrazení zastoupení vegetačních pokryvů východní části Krkonoš za roky 1984, 1992 a 2001.

Z grafu 1 je vidět postupné ubývání lesních ploch a jejich nahrazování loukami.

Množství pixelů zobrazený v grafu 1 je přímo úměrné obsahu tématických ploch.

tématická plocha	1984		1992		2001	
	obsah plochy (m ²)	počet pixelů	obsah plochy (m ²)	počet pixelů	obsah plochy (m ²)	počet pixelů
les	126352076,1	155484	106111722,4	130577	107852391,1	132719
----	0	0	0	0	0	0
kleč	36818151,7	45307	55369845,4	68136	34297351,3	42205
holá půda	3116463,5	3835	2673576,2	3290	2087664,8	2569
voda	147087,3	181	73137,3	90	155213,7	191
louka	47720491,91	58723	49925989,1	61437	69761649,5	85846
součet	352148999,3	433341	352148999,3	433341	352148999,2	433341

tabulka 3 - ukazuje velikosti tématických ploch přepočtené na množství pixelů a obsah jednotlivých ploch.

3. ZÁVĚR

V textu byl podán stručný přehled možností analýzy změn vegetačního pokryvu. Byly uvedeny družicové systémy nesoucí vhodné detektory k mapování vegetace a analýzy umožňující interpretaci dat pořízených z multispektrálních a hyperspektrálních senzorů.

Výsledky v experimentální části poukazují na změny vegetačního pokryvu východních Krkonoš (analýza nebyla provedena na celém území našich nejvyšších hor, ale pouze v jejich východní část z důvodu dostupnosti dat).

Z tabulky 3 je dobře vidět, že obsah součtu všech tématických ploch je ve všech letech stejný, ale rozloha jednotlivých typů vegetačního pokryvu se mění. Je patrný úbytek lesního porostu mezi lety 1984 a 2001, který nahradily louky. Klesá také množství holé půdy, kterou můžeme najít převážně na vrcholcích pohoří.

Výsledky změn vegetačního pokryvu Krkonoš nám ukazují stav vegetace a v delším časovém horizontu mohou být ukazatelem pro budoucí antropogenní zásahy za účelem udržení biodiverzity a stability ekosystému.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

- DPZ – dálkový průzkum Země
- GIS – geografický informační systém
- VNIR – viditelné a blízké infračervené záření
- LWIR – oblast dlouhovlnného infračerveného záření
- PAN – panchromatické pásmo
- IČ – infračervená
- NIR – blízká infračervená část spektra (přibližně 700 – 900 nm)
- RED – interval červené viditelné části spektra (přibližně 600 – 700 nm)
- NIR_p – odrazivost půdy v blízké infračervené části spektra
- RED_p – odrazivost půdy v červené viditelné části spektra
- NIR_v – odrazivost vegetace v blízké infračervené části spektra
- RED_v – odrazivost vegetace v červené viditelné části spektra
- MMS – Multispectral Scanner
- TM – Thematic Mapper
- ETM – Enhanced Thematic Mapper
- NDVI – Normalized difference vegetation index
- TVI – Transformed Vegetation Index
- PVI – Perpendicular vegetation index
- SMAP – Sequential Maximum a Posteriori
- i.smap – klasifikátor „Sequential Maximum a Posteriori“
- i.group – obrazová skupina snímků
- v.digit – manuálně vektorizovaná mapa
- v.to.rast – převod vektorové mapy do rastrového formátu
- i.gensigset – soubor příznaků pro řízenou klasifikaci

SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE A ZDROJE DAT

Quantum GIS verze 0.9.2

GRASS GIS 6.2.3

<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp> - data ze senzorů družic Landsat

<http://grass.fsv.cvut.cz/wiki/index.php/FreeGeodataCZ> - vrstva obcí a hranic ČR

<http://grass.fsv.cvut.cz/wiki/index.php/FreeGeodataCZ> - vrstva vodních toků

LITERATURA

[1] Geoinformační technologie [online]. [cit. 2008.04.13] Dostupný z WWW: <<http://geoportal.alej.cz/uploads/files/dpz.pdf>>

[2] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Landsat [online]. c2008 [citováno 15.06.2008]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Landsat&oldid=2467314>>

[3] Geoinformatika – Dálkový průzkum Země [online]. [cit. 2008.05.25] Dostupný z WWW: <<http://geologie.vsb.cz/geoinformatika/kap08.htm>>

[4] US Army Corps. *Remote sensing*. Washington DC : [s.n.], 2003. 217 s.

[5] Dolanský T.: DPZ – systémy pořizování dat. [online]. [cit. 2008.06.24] Dostupný z WWW: http://vrkoc.ujep.cz/engi/files/pr07_systemy_II.pdf

[6] GRÜN, Marcel. SPOT MAPUJE ZEMI. 21. STOLETÍ. 2007, č. 12, s. 62. ISSN 1214-1097.

[7] Wikipedia: The Free Encyclopedia: Multi-spectral image [online]. [cit. 2008.07.01]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Multi-spectral_image&oldid=217646646>

[8] Wikipedia: The Free Encyclopedia: Hyperspectral image [online]. [cit. 2008.07.01]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hyperspectral_imaging>

[9] Jakub Langhammer, 2003. Aplikace VG ve FN s.29. [online]. [cit. 2008.07.01] Dostupný z WWW: <http://www.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/vtfg2/prednasky/dpz_3/DPZ_prednaska_3.pdf>

[10]

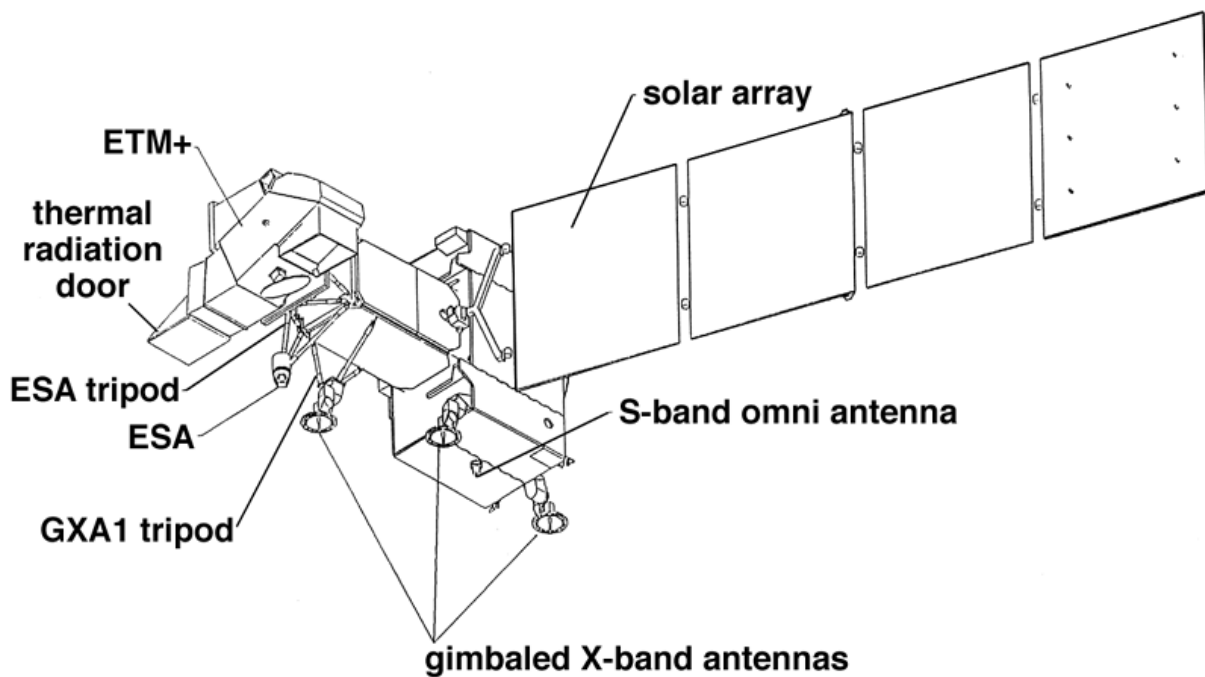
[11] JANČÍK, Miloslav. *VYBRANÉ GEOLOGICKÉ HYPERSPEKTRÁLNÍ ANALÝZY*. [s.l.]. 2005. 70 s. Diplomová práce.

[12] KOMEŠTÍKOVÁ, Pavlína. *Vegetační indexy*. [s.l.], 2006. 14 s. Seminární práce.

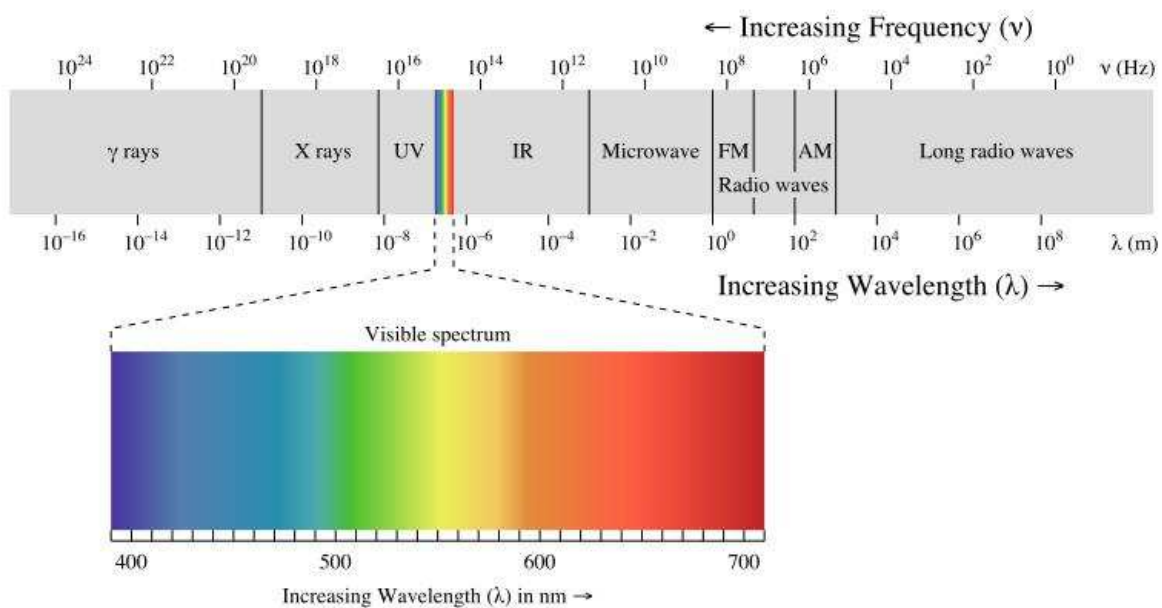
[13] NETELER, Markus. *GIS GRASS : Praktická rukověť ke geografickému informačnímu systému GRASS*. [s.l.] : [s.n.], c2005. 269 s.

[14] BRŮNA, Vladimír, KŘOVÁKOVÁ, Kateřina. Analýza změn krajinné struktury s využitím map stabilního katastru. In *HISTORICKÉ MAPY*. [s.l.] : [s.n.], 2005. s. 8.

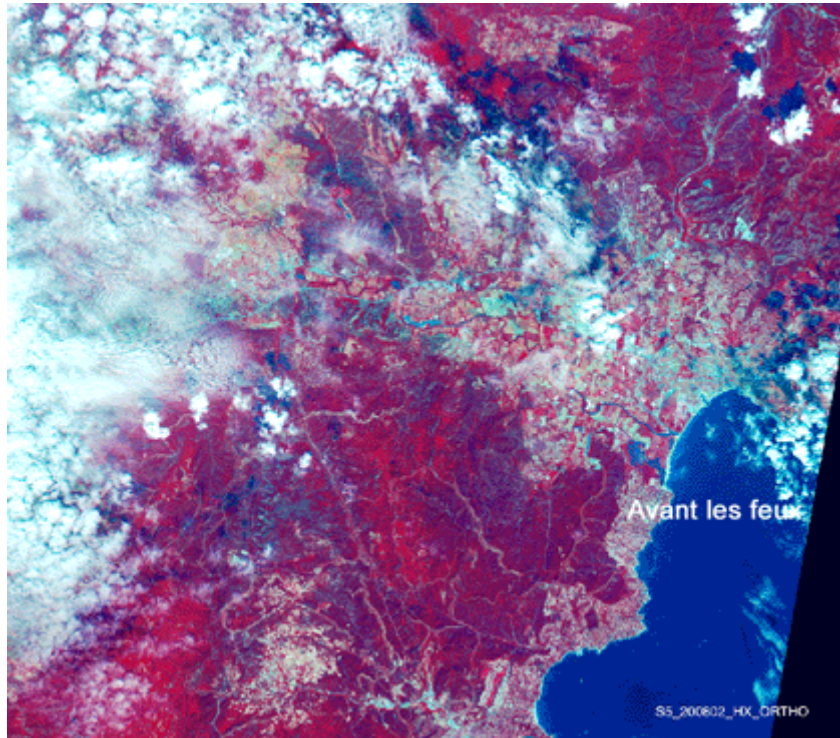
PŘÍLOHY



Příloha 1 výkres družice **Landsat 7**



Příloha 2 světelné spektrum



Příloha 3: foto CNES, lesy v jižní Francii zachycené senzorem VEGETATION z družice SPOT5.

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	Analýza změn v prostředí s využitím dat DPZ
Autor práce	Jiří Svoboda
Obor	Chemie a technická chemie
Rok obhajoby	2008
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Brunclík Ph.D.
Anotace	Práce se zabývá možností sledování změny pokryvu vegetace pomocí vyhodnocování družicových snímků.
Klíčová slova	dálkový průzkum Země, NDVI, tasseled cap