# Digitální zpracování materiálů DPZ

**Petr Dobrovolný**

## Základní pojmy

**Zpracování obrazu jako nedílná součást DPZ**

**Dálkový průzkum Země (DPZ) se zabývá pořizováním leteckých a družicových snímků, jejich zpracováním a analýzou za účelem tvorby topografických či tématických map.**

**Environmental Remote Sensing**

## Snímky jako podklad pro mapování

**Snímek není mapa. Tématické i topografické mapy lze vytvářet zpracováním snímků**

1. **Metody analogové interpretace, založené na rozpoznávání objektů a použití interpretačních znacích**
2. **Digitální zpracování obrazu**

**Vznik a rozvoj DZO byl podmíněn:**

- **Dostupností digitálních dat (1972 – ERTS-1)**
- **Rozvojem výpočetní techniky**

**Snímky zemského povrchu se stávají nejdůležitějším zdrojem prostorově lokalizovaných dat vstupujících do GIS**

## Přednosti metod digitálního zpracování obrazu

- **Rychlost**
- **Opakovatelnost**
- **Ekonomičnost**
- **Objektivita**
- **Implementace metod vícerozměrné statistiky**

**Role člověka v interpretačním procesu je však i v budoucnu nezastupitelná.**

## Základní etapy digitálního zpracování snímků

- **Předzpracování obrazu**
  - **Radiometrické korekce**
  - **Atmosférické korekce**
  - **Geometrické korekce**
- **Zvýraznění obrazu**
  - **Bodová zvýraznění**
  - **Prostorová zvýraznění**
  - **Vícepásmová zvýraznění**
- **Klasifikace obrazu**
  - **Klasifikace řízená a neřízená**
  - **Klasifikace per-pixel a per-object**
- **Specifika zpracování radarových a hyperspektrálních dat**
- **Studium dynamiky jevů**
- **Modelování s obrazovými daty**
- **Integrace obrazových dat do GIS**

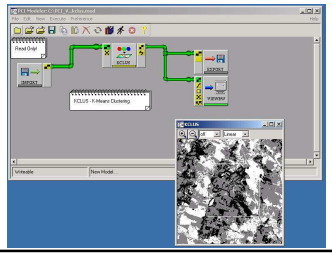
## Programové prostředky pro zpracování dat DPZ

**(přehled hlavních zástupců)**

| | |
|---|---|
| • *PCI (EASI/PACE) (Geomatica 10.1)* | *www.pcigeomatics.com* |
| • *ERDAS Imagine (9.0)* | *www.erdas.com* |
| • *ENVI (4.5)* | *www.ittvis.com* |
| • *TNTmips (2008:74)* | *www.microimages.com* |
| • *ER Mapper (7.1)* | *www.ermapper.com* |

## PCI (EASI/PACE) - Geomatica

- Modulární skladba
- Soubor parametrů PRM.PRM
- Nativní format (*.PIX)
- GDB (Generic Data Base) koncept
- Podpora křovákova zobrazení
- Grafické modelování



## Databáze PIX

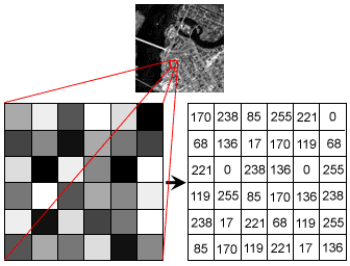
**Struktura:**

- **Obrazová data (database channels)**
- **Segmenty**
  1. **Segment - georeferenční**
  2. **… n segment (zobrazovací funkce - LUT, vektor, škály indexových barev PCT, masky, signatury, text, …**

## Další užitečné programy

- ***IDRISI*** ***www.clarklabs.org***
- ***GRASS*** ***http://grass.baylor.edu/***
- ***ILWIS*** ***http://www.itc.nl/ilwis/***
- ***DEFINIENS*** ***http://www.definiens.com/***
- ***Multispec*** ***dynamo.ecn.purdue.edu***
- ***HyperCube*** ***http://www.tec.army.mil/Hypercube/***

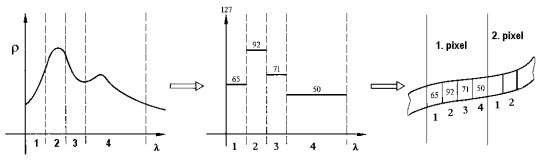
## Digitální snímek a jeho vlastnosti



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 170 | 238 | 85 | 255 | 221 | 0 |
| 68 | 136 | 17 | 170 | 119 | 68 |
| 221 | 0 | 238 | 136 | 0 | 255 |
| 119 | 255 | 85 | 170 | 136 | 238 |
| 238 | 17 | 221 | 68 | 119 | 255 |
| 85 | 170 | 119 | 221 | 17 | 136 |

**Digitální snímek se skládá z tzv. obrazových prvků (pixelů). Každý pixel nese jedno číslo (DN hodnotu) – toto číslo je prezentováno jako odstín šedi**

## Vznik digitálního obrazového záznamu



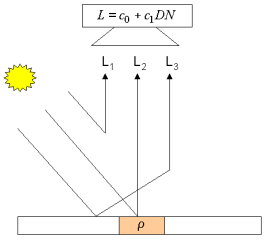

DN hodnoty nejsou skutečnými radiometrickými charakteristikami

Skutečné zářivé a radiometrické charakteristiky však můžeme vypočítat

To je nezbytné především pro tzv. kvantitativní dálkový průzkum

## Vztah mezi DN, zářivými a odrazovými vlastnostmi povrchů

- **DN**
- **L - zář [W.m$^2$.sr$^{-1}$] (radiance)**
- **ρ - odrazivost (reflectance)**




L1 : záření rozptýlené atmosférou „path radiance“

L2 : záření odražené snímaným povrchem

L3 : záření odražené a rozptýlené okolními objekty

c0, c1 : (offset, gain) – kalibrační konstanty

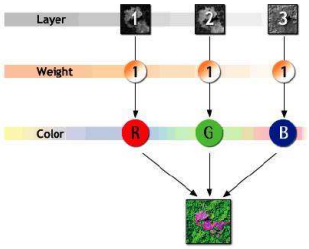
## Vlastnosti digitálního snímku

**Obrazový záznam charakterizují čtyři základní druhy rozlišovacích schopností:**

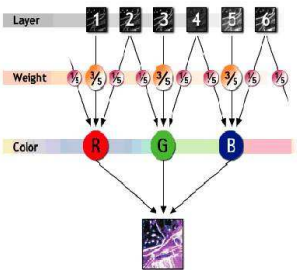
1. **Radiometrické rozlišení**
2. **Spektrální rozlišení**
3. **Prostorové rozlišení**
4. **Časové rozlišení**

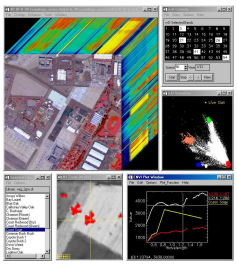
## Základní způsoby vizualizace

1. **černobílý obraz**
2. **barevná syntéza (RGB systém)**
3. **pseudobarevný obraz (indexové barvy)**

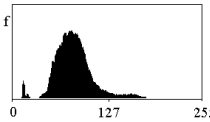



## Omezení RGB systému pro vizualizaci multi (hyper) spektrálních obrazových dat



## Histogram obrazu




| | |
|---|---|
| aritmetický průměr: | 82,6 |
| medián: | 80,0 |
| minimum: | 6 |
| maximum: | 254 |
| směrodatná odchylka: | 26,9 |

- **základní způsob informace o rozložení DN hodnot v obraze**
- **základní prostředek pro zvýraznění obrazu (úpravu kontrastu)**
- **nástroj pro jednoduchou klasifikaci**

**Pro prvotní analýzu jsou důležité tyto charakteristiky**

- **tvar histogramu (počet vrcholů, lokální minima)**
- **rozsahu zaznamenaných DN hodnot (min a max)**
- **poloha v rámci možného dynamického rozsahu**

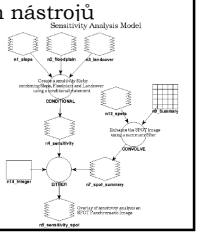
## Podpůrná (neobrazová) data pro DZO

- **bitové mapy** (masky)
- **vektory**
- **spektrální příznaky**
- **georeferenční data**
- **zobrazovací tabulky**
- **pseudobarevné tabulky**
- **georeferenční body**
- **parametry dráhy nosiče**

**Dodatky, opakování pojmů ze zákl. přednášky**

## ERDAS Imagine

• Tři uživatelské úrovně – Essentials, Advantage, Professional
• Vlastní rastrový formát (IMG) - BIL s hlavičkou (*.HDR)
• Výborná dokumentace (DPZ i DZO)
• Vazba na produkty ESRI
• Množství GIS operací a analytických nástrojů
• Grafické modelování
• Virtual GIS
• Sub pixelová klasifikace




## ER Mapper

(dnes již součást ERDAS)

• Vše v jednom (jedna zastřešující nabídka)
• ALGORITMUS – koncept, kdy není generován výsledný obraz, ale popis, jak se k němu došlo
• Vlastní datový formát – BIL plus textový soubor s hlavičkou.
• Kompresní formát ECW
• Výborná dokumentace

## ENVI

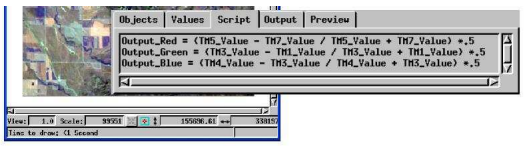
• Software pro "earth science"
• Mocný programovací nástroj - IDL (Interactive Data Language)
• Pracuje s obecným BSQ, BIL či BIP plus hlavičkou (header)
• Vlastní vektorový formát
• Komplexní nabídka nástrojů pro zpracování hyperspektrálních dat
• Jednoduché a názorné uživatelské rozhraní.

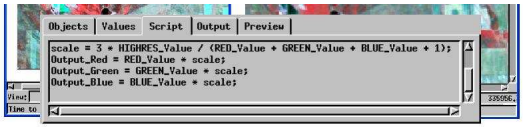
## TNTmips

• Vlastní rastrový datový formát
• Bohatá podpora vlastních GIS nástrojů
• Podpora několika relačních databází
• Bohatý dokumentační a výukový materiál
• TNT Lite - zdarma (omezená velikost zpracovávaného souboru)

## TNTmips

## „geoformula"




## Obecná struktura software pro digitální zpracování obrazu

• Modulární skladba (PCI) či hierarchický systém se zastřešující hlavní nabídkou (TNT Mips, ER Mapper)
• Průvodci (Wizards) X Princip černé skříňky
• Grafické uživatelské rozhraní (GUI) i příkazový řádek
• Grafické modelování – princip vývojových diagramu
• Využití vlastních programovacích nástrojů (např. IDL, EASI)
  úprava pracovního prostředí, interface
  aplikace vlastních algoritmů či modelů

## Radiometrické rozlišení

Udává počet úrovní, do nichž je obraz zaznamenán

4 úrovně

256 úrovní

0 → 6-bitů (64 úrovní) LANDSAT MSS

0 → 8-bitů (256 úrovní) LANDSAT TM

0 → 10-bitů (1024 úrovní) NOAA - AVHRR

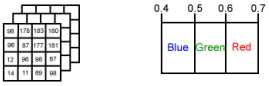
Reálná čísla 32 tis., komplexní čísla SAR

## Spektrální rozlišení

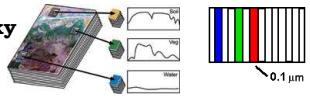
- Počet vytvářených snímků v MS režimu
- Šířka intervalu zaznamenaných vlnových délek

panchromatický snímek

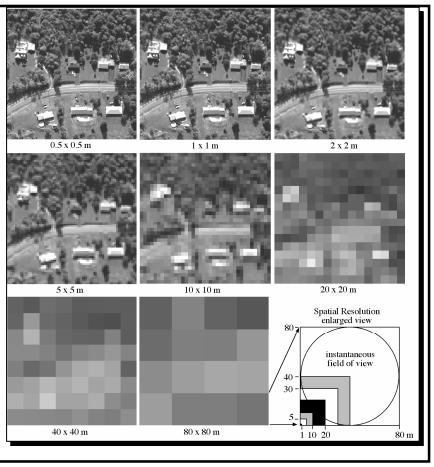
multispektrální snímky




hyperspektrální snímky

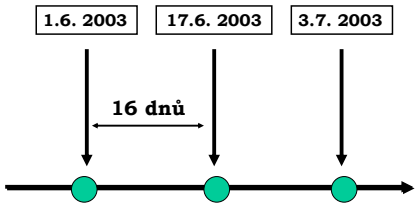



## Prostorové rozlišení




## Časové rozlišení

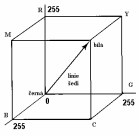
Frekvence s jakou systém vytváří snímky stejného území:

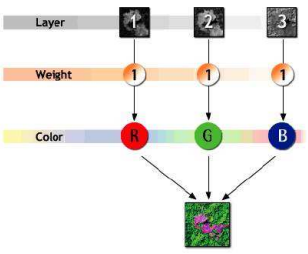



Časové rozlišení snímků z LANDSATu

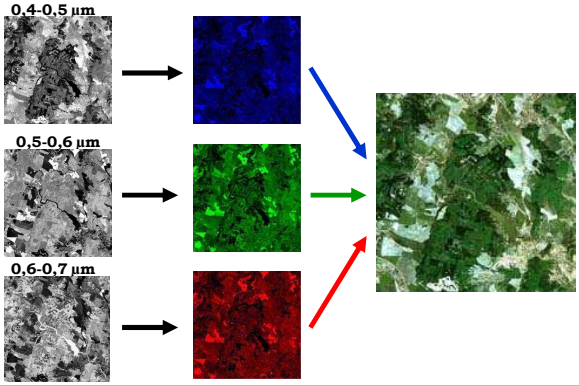
## Základní způsoby vizualizace

1. černobílý obraz
2. barevná syntéza (RGB systém)
3. pseudobarevný obraz (indexové barvy)

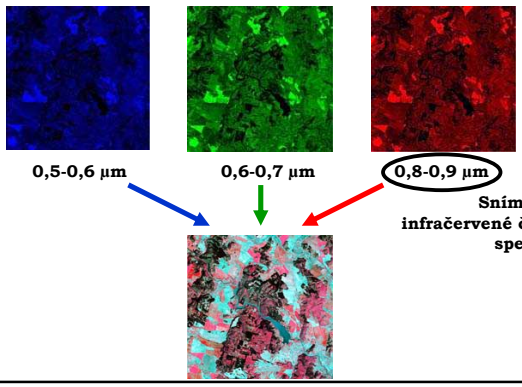





## Syntéza v přirozených barvách



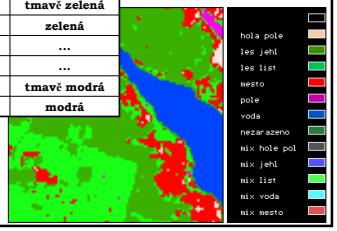
## Syntéza v nepravých barvách




## Pseudobarevný režim

**(Snímky jako výsledky klasifikace )**

| Vstupní pásmo | R | G | B | Výsledná barva |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 255 | 255 | 255 | bílá |
| 1 | 175 | 125 | 0 | světle hnědá |
| 2 | 255 | 255 | 0 | žlutá |
| … | … | … | … | … |
| … | … | … | … | … |
| 90 | 25 | 96 | 0 | tmavě zelená |
| 91 | 0 | 255 | 0 | zelená |
| … | … | … | … | … |
| … | … | … | … | … |
| 254 | 0 | 0 | 180 | tmavě modrá |
| 255 | 0 | 0 | 255 | modrá |




## Vztah mezi DN, zářivými a odrazovými vlastnostmi povrchů

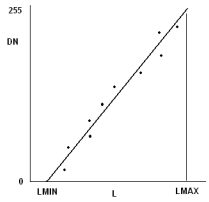
$$L = \frac{\rho ET}{\pi} + L_2 \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{(L - L_2) \cdot \pi}{ET}$$

L – zář měřená senzorem
ρ – odrazivost
E – intenzita ozařování (irradiance) [W.m$^{-2}$]
T – propustnost (transmisivita) atmosféry
$L_2$ – path radiance

## Empirické určení zářivých a odrazových vlastností povrchů

$$L = c_0 + c_1 DN$$

$$L = \left( \frac{LMAX - LMIN}{255} \right) \cdot DN + LMIN$$




LMIN, LMAX – kalibrační konstanty pro dané pásmo