

EXTRAKCE INFORMACÍ O DRUZÍCH POVRCHŮ Z LETECKÝCH SNÍMKŮ

Honková Monika

Katedra geografie přírodovědecké fakulty

Masarykovy univerzity

Kotlářská 2

611 37 Brno

E-mail: honkova.m@centrum.cz

ABSTRACT

This work deals with the automatic land cover information extraction from scanned black and white aerial imagery in eCognition application. The main aim is to find segmentation parameters suitable for this kind of imagery data. The result of “per-object” classification is the vector map of basic land cover which is compared with the analogue classification. Accuracy of automatic classification depends on segmentation parameters, on choice of suitable features for class description and on member function setting.

ABSTRAKT

Práce se zabývá automatickou extrakcí informací o druzích povrchů ze skenovaných černobílých leteckých snímků v programu eCognition. Hlavním cílem je nalézt vhodné parametry segmentace tohoto druhu obrazových dat. Výsledkem „per-object“ klasifikace je vektorová mapa základních druhů povrchu, která byla porovnána s analogovou klasifikací. Přesnost automatické klasifikace závisí na nastavení segmentace, na výběru vhodných prvků pro popis jednotlivých tříd a nastavení tzv. funkce členství.

ÚVOD

Zpracování dat získaných pomocí metod DPZ, jako jsou družicové, radarové či letecké snímky, poskytuje velmi kvalitní podklady pro klasifikaci jednotlivých druhů povrchů a využití země. Na základě těchto dat je možné sledovat dynamiku vývoje prostorových a stavových charakteristik území, které mohou být dále využívány k různým účelům, jako je tvorba tematických map, územní plánování, ochrana životního prostředí, apod. Využívání leteckých snímků v procesu mapování (od přelomu 20. a 30.let 20.st.) rozšířilo podstatně množství získávaných informací o krajinném pokryvu a změnách krajiny, jejichž zdroji byly do té doby pouze metody terénních měření a mapování. Letecké snímky slouží buď jako doplňující zdroje při zpracování družicových snímků (IKONOS, Quickbird a LANDSAT) za účelem mapování využití

krajiny a změn v jejím využití, nebo jako přímý podklad pro toto mapování. Klasifikací panchromatických leteckých snímků se zabývala ve své práci Halounová, L. (2004). Metodu segmentace barevných leteckých snímků využil pro tvorbu tematické mapy Král, J. (2002).

Tento příspěvek je shrnutím bakalářské práce (Honková, 2006). Cílem práce je otestovat metody automatické extrakce informací o druzích povrchů a využití země. Jako podklad pro extrahování slouží skenované letecké snímky vybraného území. Je využito metod segmentace obrazu a objektové klasifikace obrazu v prostředí eCognition. Z metodického hlediska je cílem nalézt vhodné parametry segmentace panchromatických snímků. Výsledkem je vektorová mapa využití země.

PODKLADOVÁ DATA

Objektová klasifikace obrazu v programu eCognition byla prováděna na výřezu černobílého leteckého snímku, který byl naskenován s rozlišením 600 dpi. Byl vybrán letecký snímek obce Horní Lideč, která se nachází v okrese Vsetín asi 20 km jižně od okresního města Vsetín. Tento černobílý letecký snímek byl pořízen Vojenským topografickým ústavem (dnešní Vojenský geografický a hydrometeorologický ústav) roku 1955. Jednalo se o nezpracovaný letecký snímek vyzvětšovaný do měřítka 1:10 000, z něhož byl vybrán výřez o velikosti 1 017x1017 pixelů (viz obr. 1.). Tento výřez obsahuje všechny základní kategorie LU/LC různého charakteru, na nichž je možné otestovat možnosti segmentace obrazu a automatické klasifikace.



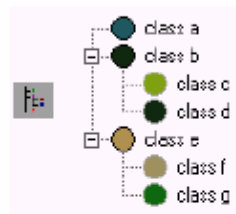
**Nahrání obrazových
a tématických dat**



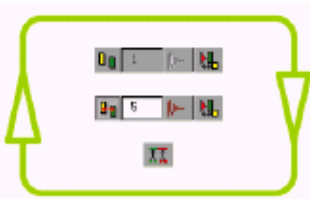
**Segmentace
s multirozlišením**



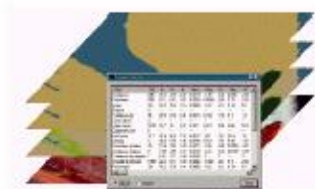
**Informace o obrazových
objektech a jejich
vlastnostech**



**Vytvoření třídní
hierarchie**



**Klasifikace a její
upřesnění**



Export informací

Obr. 1. Postup zpracování

SEGMENTACE SNÍMKU

Objektem objektově orientované klasifikace je obrazový segment vzniklý segmentací obrazu. Objekt je tedy tvořen větším množstvím pixelů. Segmentace obrazu je proces, kdy je obraz rozdělen podle zadaných parametrů do jednotlivých obrazových částí – obrazových objektů či segmentů, které jsou následně předmětem klasifikace. Hlavními parametry, které je nutno před segmentací zadat, jsou: *měřítkový parametr (Scale parametr)*, *faktor tvaru (Shape factor)* související s *kritériem barvy*, *kompaktnost (Compactness)* a *hladkost (Smoothness)*.

Segmentace je prvním krokem ve zpracovávání daného snímku. Už při vlastní segmentaci je třeba si uvědomit, do jakých tříd LU/LC budou obrazové objekty klasifikovány, tedy jak podrobné informace o LU/LC snímek poskytuje, a sestavit si kostru legendy, kterou pak v průběhu klasifikace můžeme podle potřeby měnit. Kostra legendy pro tento černobílý letecký snímek byla vytvořena na základě vizuální interpretace a tvoří ji dobře rozpoznatelné kategorie LU/LC: *lesní plochy, zastavěné plochy, zemědělské plochy, komunikace, trvalé travní porosty TTP (louky) a břehové porosty* (porost kolem vodního toku tvořený dřevinami).

Snímek byl segmentován ve třech obrazových úrovních s rozdílným nastavením především měřítkového parametru:

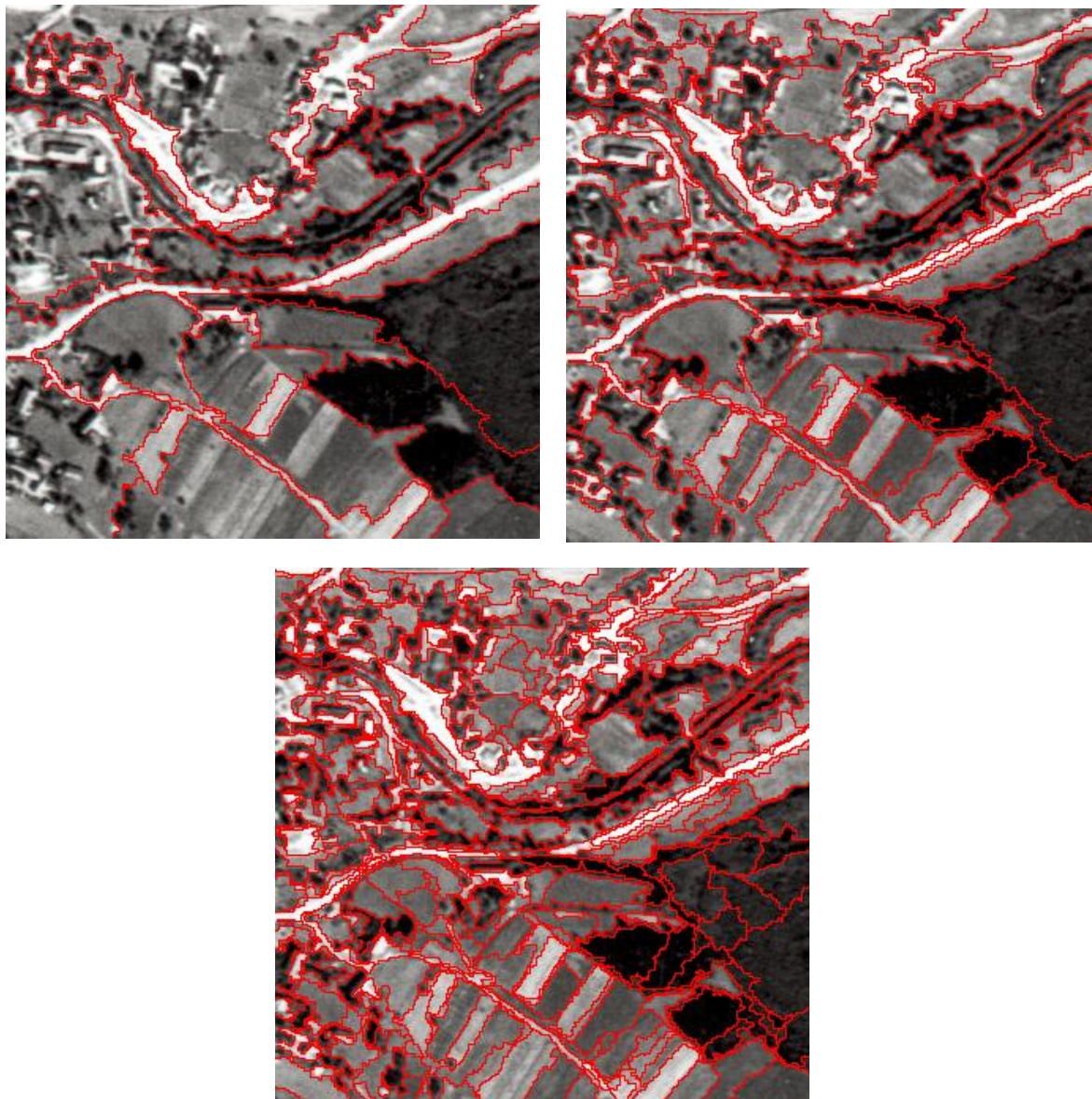
- *Level 3* – nejvyšší obrazová úroveň vytvořená s cílem rozdělit celý obraz na části s převládající kategorií LU/LC a provést hrubou klasifikaci snímku
- *Level 2* – obrazová úroveň, v níž byly super-objekty (segmenty z úrovně *Level 3*) rozděleny na sub-objekty a ty následně v klasifikaci přiřazeny ke správné kategorii LU/LC, pokud tak nebylo učiněno v obrazové úrovni *Level 3*
- *Level 1* – nejnižší obrazová úroveň vytvořená za účelem otestování možností segmentace černobílého leteckého snímku v tomto programu; klasifikace v této úrovni byla přenesena z úrovně *Level 2*, pro upřesnění provedeny ruční zásahy

Tab. 1. Nastavení parametrů segmentace v jednotlivých obrazových úrovních

Úroveň	Měřítko	Tvar	Barva	Kompaktnost	Hladkost
Level 3	400	0,4	0,6	0,3	0,7
Level 2	200	0,5	0,5	0,3	0,7
Level 1	80	0,6	0,4	0,4	0,6

V úrovni *Level 3* byla dána přednost správné segmentaci liniových prvků jako jsou silnice a břehový porost. Pak je vhodné přiřadit nižší hodnotu vah pro kompaktnost, neboť už z definice tohoto parametru plyne, že výsledkem segmentace s vysokými váhami pro kompaktnost jsou segmenty, u nichž nepřevažuje výrazněji rozměr délky nad šířkou (ideální kompaktní formou je čtverec).

V dalších úrovních pak byly rozděleny super-objekty úrovně *Level 3* na menší segmenty – tzv. sub-objekty. Nastavení parametrů bylo voleno tak, aby hranice segmentů co nejlépe odpovídaly skutečnosti, i když jisté nastavení se může jevit vhodné pro jednu třídu, ale pro jinou jsou výsledky nepřijatelné, tedy jde vždy o kompromis.



Obr. 2. Segmentace výřezu skenovaného černobílého leteckého snímku v jednotlivých obrazových úrovních s různým nastavením parametrů segmentace

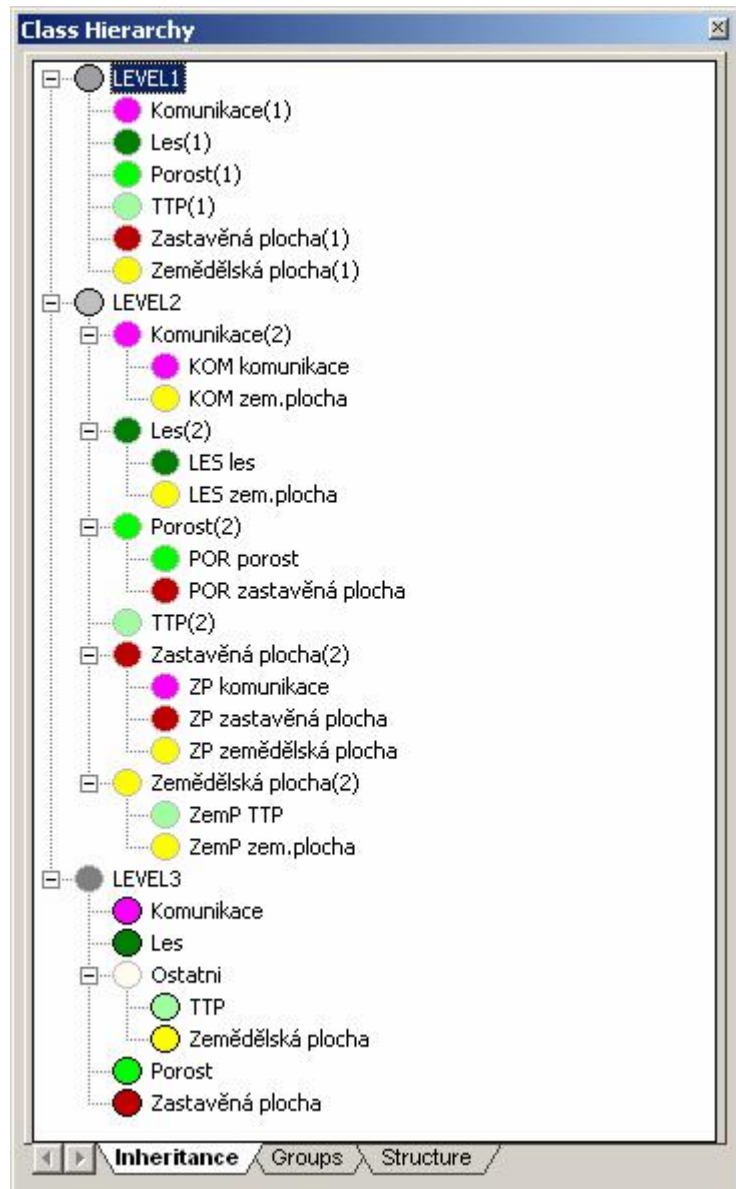
VYTVOŘENÍ TŘÍDNÍ HIERARCHIE

Snímek byl klasifikován do těchto kategorií LU/LC:

- Les
- Břehové porosty (porost kolem vodního toku tvořený dřevinami)
- TTP (louky, a to i s roztroušenými dřevinami)
- Zemědělské plochy
- Zastavěné plochy
- Komunikace

Každá třída v třídě hierarchii je definována názvem, barvou, umístěním v třídě hierarchii a hlavně **třídním popisem**. Základem třídního popisu je přiřazení typického **prvku** (feature), který danou třídu odlišuje od ostatních. Tomuto prvku je pak přiřazena **funkce členství** (fuzzy logic function), která je definována:

- rozsahem hodnot, který pro danou třídu může prvek nabývat
- funkčním předpisem → možnost výběru podle průběhu funkce



Jelikož byla prováděna segmentace černobílého snímku do více úrovní s různým měřítkem (měřítkovým parametrem) a v každé z nich byly definovány třídy, do nichž se obrazové objekty na dané úrovni budou klasifikovat, byly vytvořeny třídy *Level 3*, *Level 2* a *Level 1*. Ke každé z nich byl přiřazen prvek *Úroveň (Level)* ze skupiny *Hierarchie* – pořadí nebo číslo úrovně, ve kterém se obrazový objekt nachází, aby bylo předem definováno, pro kterou z těchto tří úrovní platí popis tříd, do nichž budou obrazové objekty zařazeny.

KLASIFIKACE

Klasifikace je proces propojování tříd v třídní hierarchii s obrazovými objekty ve scéně (zpracovávaném obraze). Předností „per-objekt“ klasifikace je, že jsou klasifikovány skupiny pixelů (segmenty či obrazové objekty), ne jednotlivé pixely, jako je tomu při „per pixel“ klasifikaci, a tím je klasifikace urychlena. Software eCognition nabízí dva druhy klasifikace: definování tzv. členských funkcí (membership function) nebo klasifikace pomocí klasifikátoru nejbližšího souseda (nearest neighbor classification), využívajícího určování vzorů, jež pak vstupují do procesu klasifikace. Pro zpracování tohoto projektu byla klasifikace skenovaného leteckého černobílého snímku založena na výběru vhodných prvků pro třídní popis a definování funkcí členství, jelikož výběr typických ploch pro jednotlivé kategorie LU/LC, jež by byly považovány za trénovací, by bylo pro některé kategorie (obzvláště *Zastavěné plochy*) kvůli jejich heterogenitě složité.

Klasifikace probíhala na třech obrazových úrovních s různým nastavením měřítkového parametru:

- **LEVEL 3** – hrubá klasifikace v nejvyšší úrovni přenesená následně do úrovně Level 2
- **LEVEL 2** – upřesnění klasifikace z úrovně Level 3 a následný přenos na nejnižší úroveň Level 1
- **LEVEL 1** – upřesnění klasifikace z úrovně Level 2, ruční zásahy (rozdělení segmentů a „ruční“ přeřazení)

Přenos klasifikace z vyšší úrovně do nižší

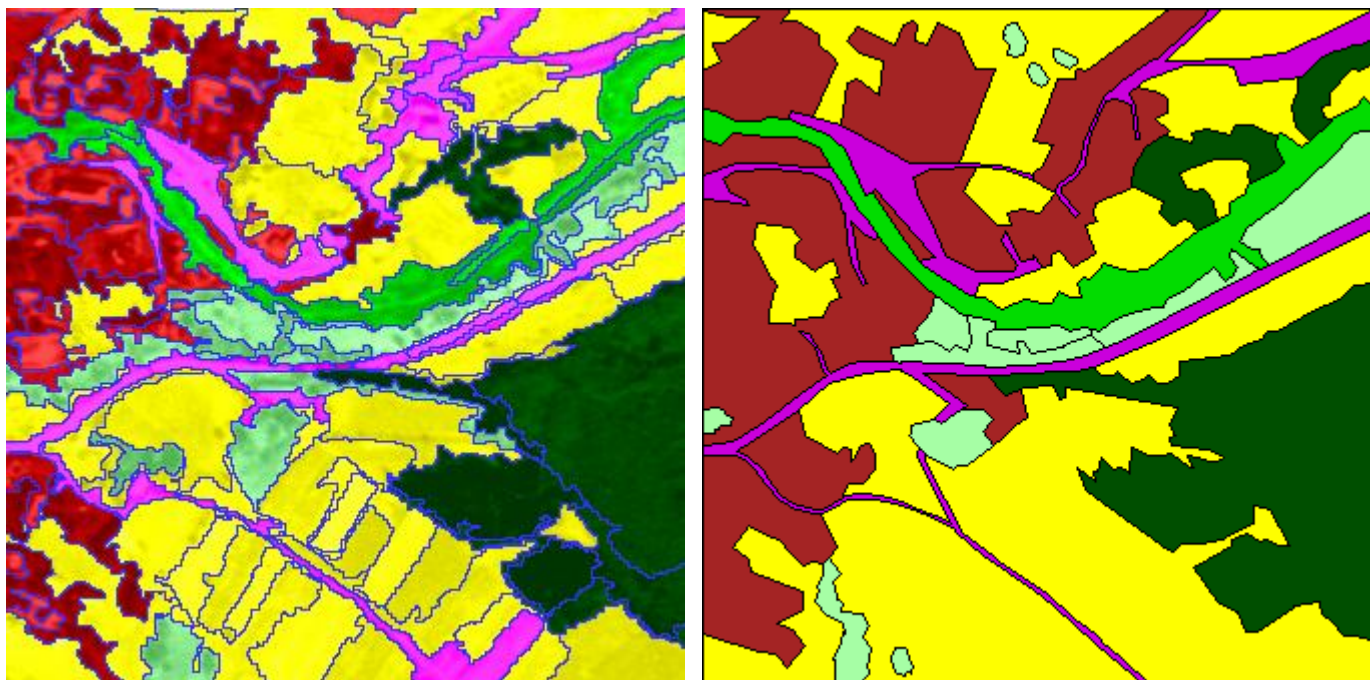
Jednotlivé sub-objekty byly přiřazeny ke svým super-objektům podle klasifikační hierarchie platné pro vyšší úroveň. Pro přenos klasifikace do nižší úrovně je nezbytné:

- definovat podtřídy, jejichž kostru popisu tvoří prvek **Existence super-objektů**
- použít **klasifikaci s třídně vztaženými prvky**, na základě níž je přenos uskutečněn

Po ukončení klasifikace s třídně vztaženými prvky byla provedena kontrola správnosti zařazení jednotlivých segmentů do dané třídy. Jednotlivé sub-objekty byly přiřazeny ke svým super-objektům podle klasifikační hierarchie přenesené z úrovně *Level 3* do úrovně *Level 2*.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Pro zhodnocení výsledků byla provedena analogová interpretace v ArcView. Hlavní předností automatické klasifikace provedené v programu eCognition je automatická segmentace obrazu do jednotlivých obrazových objektů, jejichž hranice se shodují se skutečnými hranicemi jednotlivých povrchů a objektů, které jsou na snímku zachyceny. Hranice jsou v tomto případě zakresleny docela přesně a s dobrou podrobností, avšak nedostatkem je i v nejnižší zpracovávané obrazové úrovni *Level 1* to, že se ztrácí liniový charakter vedlejších, užších komunikací. V případě analogové interpretace závisí přesnost zákresu hranic na uživateli a možnostech programu, v němž se snímek zpracovává. Další výhodou automatické klasifikace je i rychlost. Analogová interpretace je časově náročnější - jednotlivé objekty musí být nejprve ručně ohraničeny a následně je každému z nich přiřazena kategorie LU/LC a je kladen vysoký nárok na přesnost a precizní přístup zpracovatele.



Obr. 3. Automatická klasifikace v úrovni *Level 2* (vlevo) a analogová interpretace (vpravo)

Oba přístupy byly zhodnoceny i statisticky pomocí chybové matice (Dobrovolný, 1998), referenčními daty byly výsledky analogové interpretace, klasifikovanými daty byly výsledky automatické klasifikace. Dosažená průměrná přesnost byla 77 %, vypočtené ukazatele shrnuje Tab. 2.

Tab. 2. Klasifikační chybová matice obrazové úrovně *Level 2* (v pixelech)

		Referenční data							
Klasifikovaná data	Kategorie LU/LC	Les	Břehové porosty	TTP	Zem. plochy	Zast. plochy	Komunikace	SUMA	PU [%]
	Les	151 734	2	0	2 752	1 654	127	156 269	97
	Břeh. porosty	8 047	43 553	76	1 461	4 821	1 411	59 369	73
	TTP	3 098	6 339	48 017	9 377	23 100	939	90 870	53
	Zem. plochy	8 008	941	10 889	362 030	67 339	6 552	455 759	79
	Zast. plochy	0	1 140	3 840	24 258	141 304	7 508	178 050	79
	Komunikace	27	13	884	16 947	23 935	52 153	93 959	56
	SUMA	170 914	51 988	63 706	416 825	262 153	68 690	1 034 276	
	PZ [%]	89	84	75	87	54	76		
	CHO [%]	11	16	25	13	46	24		
CHZ [%]	3	30	67	22	14	61			
PP [%]	77				κ	0,69			

Pozn:

PU přesnost z hlediska uživatele
 PZ přesnost z hlediska zpracovatele
 PP průměrná přesnost

CHO chyby z opomenutí
 CHZ chyby z nesprávného zařazení
 κ kappa koeficient

ZÁVĚR

Přesnost klasifikace jednotlivých obrazových objektů do správných tříd představující kategorie LU/LC by mohla být zvýšena:

- jiným nastavením parametrů segmentace, ať už měřítko (větší měřítkový parametr → více obrazových objektů → složitější popis tříd pomocí *Prvků (Features)*, barva (u černobílého leteckého snímku omezeno), kompaktnost (uvažovat hlavně dostatečnou segmentaci liniových prvků)
- kombinací většího počtu *Prvků (Features)* popisujících jednotlivé třídy a vstupujících do procesu klasifikace
- použitím vhodnější funkce členství pro jednotlivé prvky popisu tříd (úprava rozsahu a průběhu)
- možné je i předzpracování snímku filtrací (nízkofrekvenční, vysokofrekvenční filtry)
- využít multiresolučního přístupu
- použít podpůrných externích informací

Navrhnutá metodika slouží jako návod, jak přistupovat k automatickému zpracování tohoto druhu obrazových dat v programu eCognition, který využívá „per-object“ klasifikace. Hlavním úkolem bylo nalezení vhodných parametrů segmentace obrazu, která předchází klasifikaci. Výsledky automatické klasifikace byly porovnány s analogovou interpretací. Každá metoda zpracování má svá specifika, která plynou už ze samotného postupu při klasifikaci, lze je srovnat vizuálně i statistickým výpočtem.

DOBROVOLNÝ, P.: *Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, Brno, 1998, 210 s.

HALOUNOVÁ, L.: *Klasifikace černobílých leteckých snímků a radarových dat*. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Katedra mapování a kartografie 2004, 127 s.

HONKOVÁ, M.: *Extrakce informací o druzích povrchů z leteckých snímků*. [Bakalářská práce] Masarykova univerzita, Brno, 2006 (před obhajobou), 50 s.

KRÁL, J.: *Klasifikace ortofoto snímku pro určování propustných a nepropustných ploch*. [Diplomová práce] ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Katedra mapování a kartografie, 2002, 105 s.