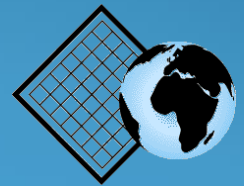


Metody zvýrazňování obrazu III

Vícepásmová zvýraznění (spektrální)

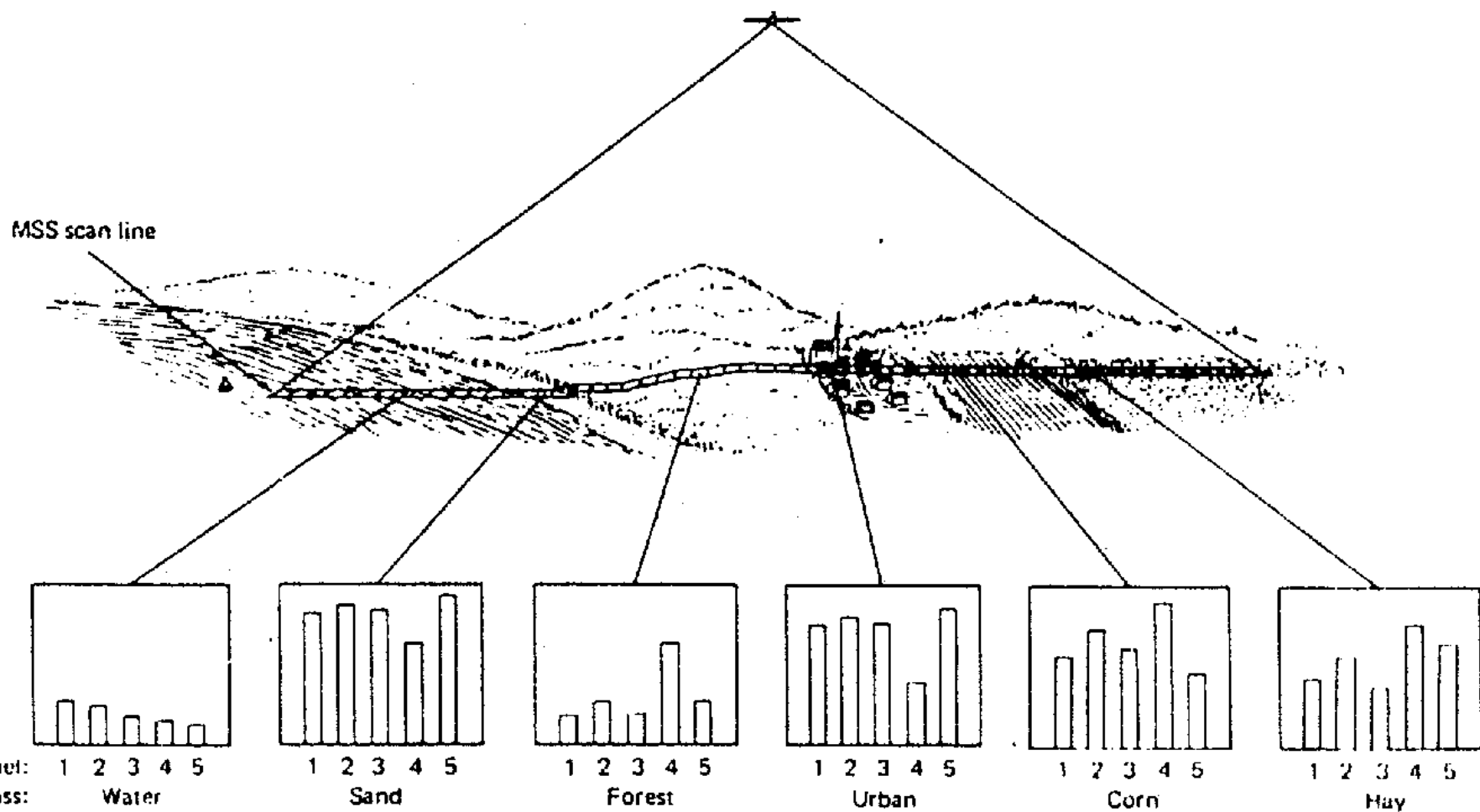


Podstata vícepásmových zvýraznění

- **DN hodnoty jako příznaky**, tzv. **příznakový prostor**.
- Vytváření nových pásem – s cílem zvýšit odlišení různých objektů - **rozšíření příznakového prostoru**
- Hledání nových - nejinformativnějších pásem - tzv. **zúžení příznakového prostoru** bez podstatné ztráty informace.
- Odstranění redundantní informace obsažené v pásmech úzce korelovaných
- Slouží k **usnadnění** vizuální interpretaci, jako vstup do dalšího zpracování, **redukují** počet potřebných pásem bez výraznější ztráty informace, převádějí obraz mezi různými barevnými systémy – **transformace** do nových pásem

Spektrální příznaky

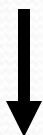
Ze spektrálního chování lze pro každý objekt odvodit tzv. **spektrální příznaky**. Tyto příznaky jsou pro daný typ povrchů typické.



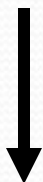
Příznakový prostor

- **Jednotlivé spektrální příznaky definují osy vícerozměrného prostoru**
- **Ten označujeme jako příznakový prostor.**
- **Definování spektrálních příznaků a jejich poloha v příznakovém prostoru jsou důležitým krokem při automatickém rozpoznávání objektů na snímcích.**
- **Generováním nových pásem – os příznakového prostoru – lze zvýšit odlišení – lepší vizuální interpretace či automatická klasifikace, tyto transformace rozšiřují příznakový prostor**

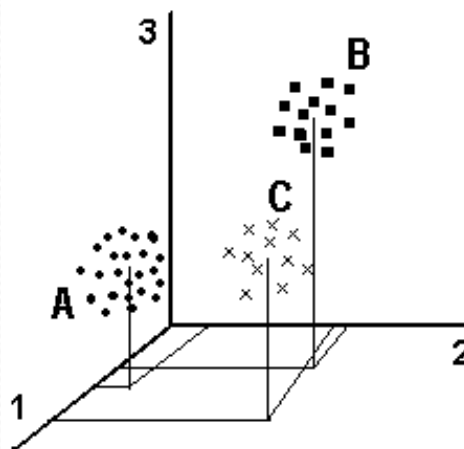
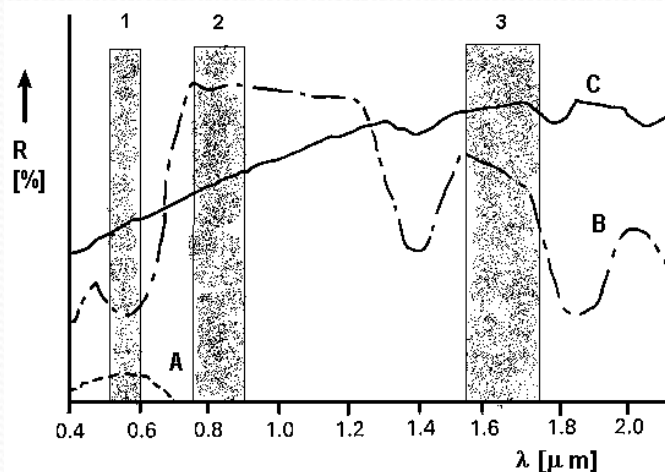
**Obrazový prostor
(Image space)**



**Spektrální prostor
(Spectral space)**



**Příznakový prostor
(Feature space)**

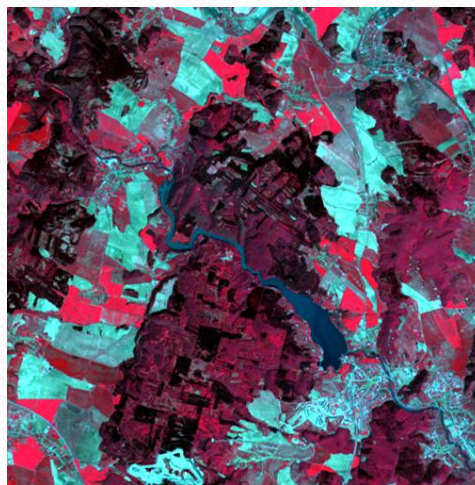


Vytváření barevných syntéz

- **Aditivní systém skládání barev - RGB**
- **Barevné kompozice z pásem původních – empiricky odvozené pro konkrétní aplikace**
- **Vhodnost jednotlivých pásem LANDSAT TM**
 - <http://web.pdx.edu/~emch/ip1/bandcombinations.html>
 - http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/vtfg2/prednasky/dpz_2/DPZ_prednaska_2.pdf
 - http://sensoresremotos.at.fcen.uba.ar/Practicas/band_combinations.pdf
 - <http://gif.berkeley.edu/documents/Landsat%20Band%20Information.pdf>
 - http://landsat.usgs.gov/best_spectral_bands_to_use.php



RGB321 (zast. území, komunikace)



RGB432 (voda, vegetace)



RGB743 (geologické mapování, minerály)

Vytváření barevných syntéz

- **Vhodnost volby barevných kombinací je omezena místně i časově**
- **Založeno na zkušenosti pozorovatele nebo i metoda pokus-omyl**
- **Existují pravidla – zařadit aspoň jedno pásmo ze základních intervalů (VIS, NIR, SWIR) – data, která jsou vzájemně nejméně korelována**
- **Lze vzájemně kombinovat původní i odvozená pásma (např. poměrová) – hybridní barevná syntéza**

Objektivní metody tvorby barevných syntéz

- **Syntéza je složena z pásem, která dávají nejvíce odlišné informace - tedy jsou mezi sebou co nejméně korelována**
- **Pro vhodný výběr kombinace se používá např. OIF – hledá u tří kanálů podle celkového rozptylu a stupně korelace**

Optimum index factor (OIF):

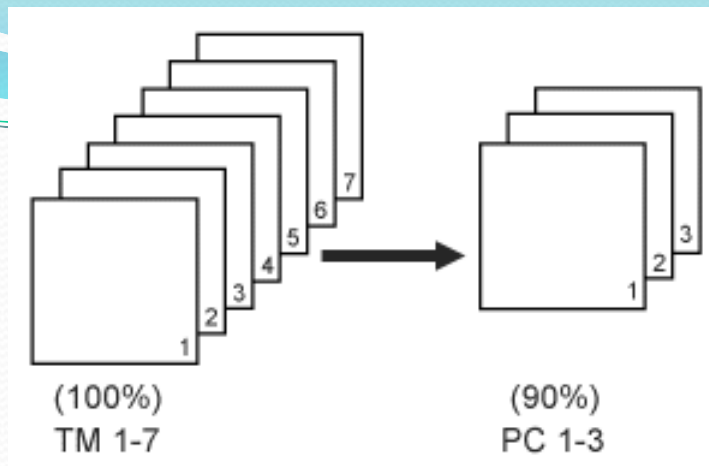
$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 Abs(r_j)}$$

S_k - směrodatná odchylka pro pásmo k

r_i - hodnota korelačního koeficientu mezi libovolnými dvěma pásmy v dané kompozici.

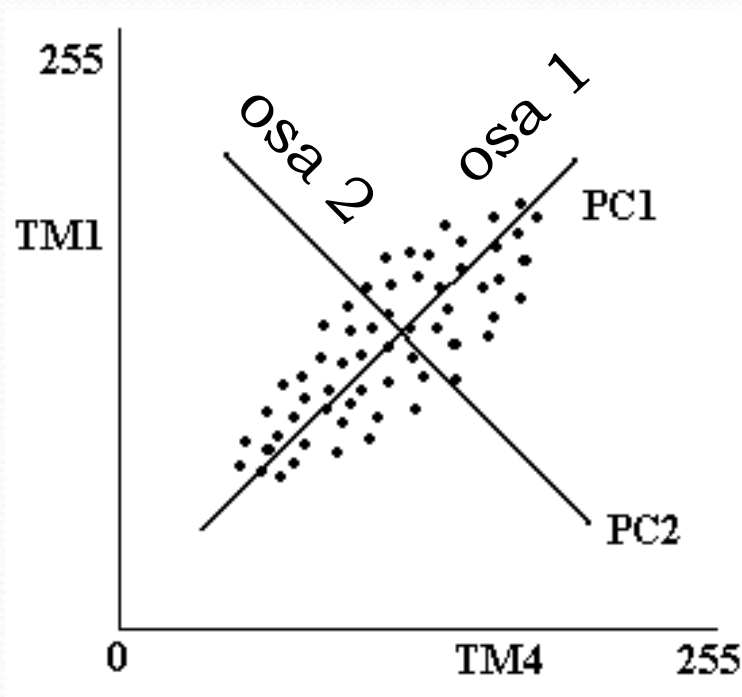
Kompozice s nejvyšší hodnotou OIF bude dávat nejvíce informace

Obrazová analýza hlavních komponent



- **Transformace se používá pro zvýraznění nebo jako předzpracování před automatickou klasifikací**
- **Při metodě dochází ke zkomprimování informací z původních n -pásem do menšího počtu pásem neboli komponent a redukuje se korelační závislost mezi pásmy**
- **Podstatou je statistická metoda, která rotuje osami vícerozměrného prostoru tvořícího multispektrální snímek, a to ve směru maximálního rozptylu dat**

PCA - základní východiska



- Dochází k zavedení nových os, které jsou otočeny oproti původním osám a počátek je posunut do průměru
 - 1. hlavní komponenta (PCA1) je zvolena ve směru, kde je největší dynamický rozsah hodnot
 - 2. hlavní komponenta je na ní kolmá a prochází počátkem (data mají menší rozsah)
 - V případě dalšího pásma jsou osy opět na sebe kolmé a procházejí nejširším místem elipsoidu ve vícerozměrném prostoru
-
- Data v novém souřadnicovém systému jsou lineární kombinací původních dat
 - Naprostá většina dat z původních pásem (více než 99%) se kumuluje v prvních dvou až třech hlavních komponentách

Výstup PCA

$$PC_1 = a_1TM_1 + a_2TM_2 + a_3TM_3 + a_4TM_4 + a_5TM_5 + a_6TM_7$$

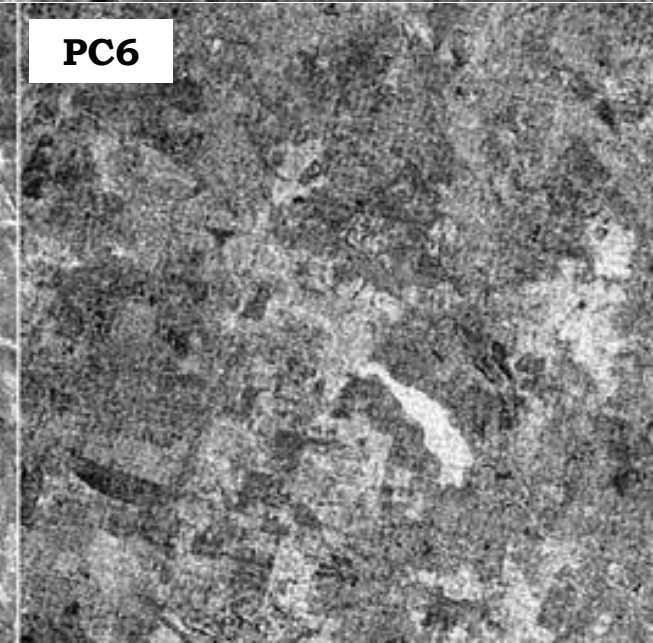
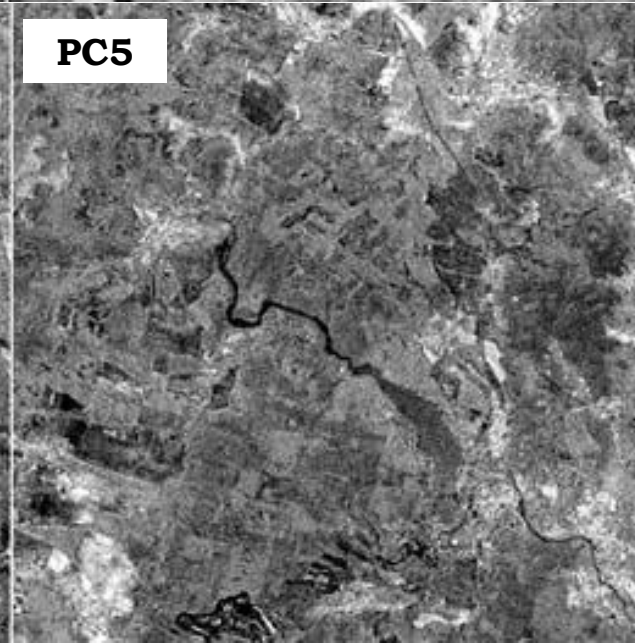
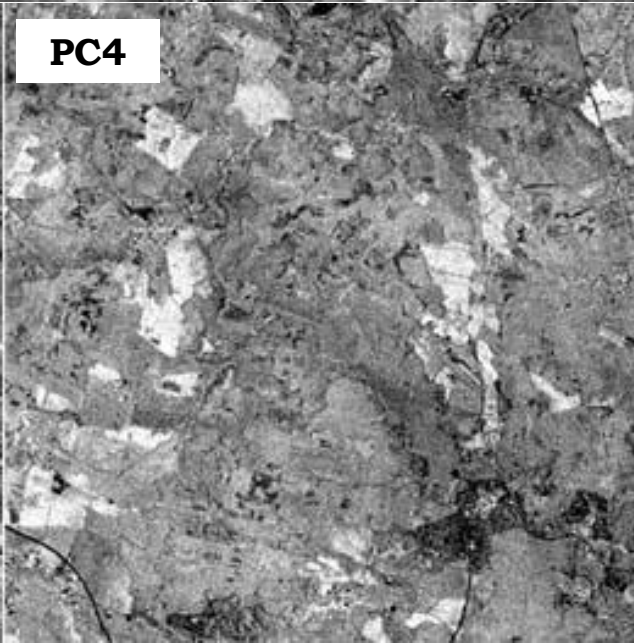
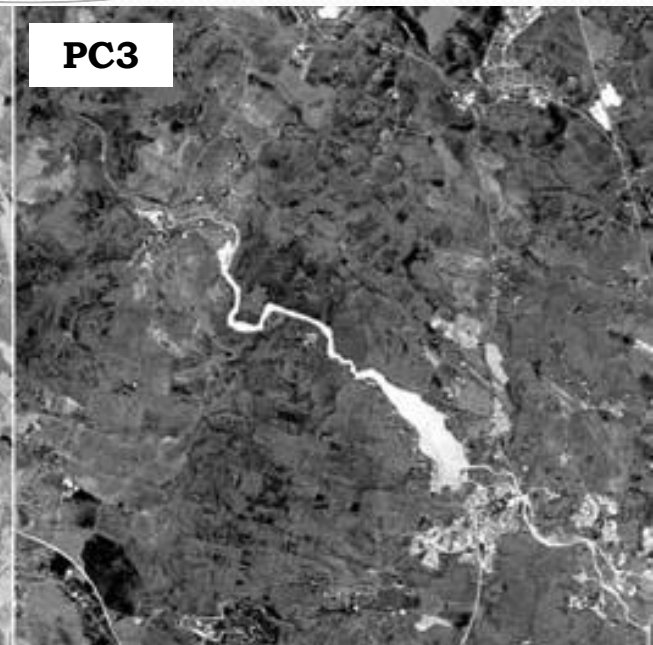
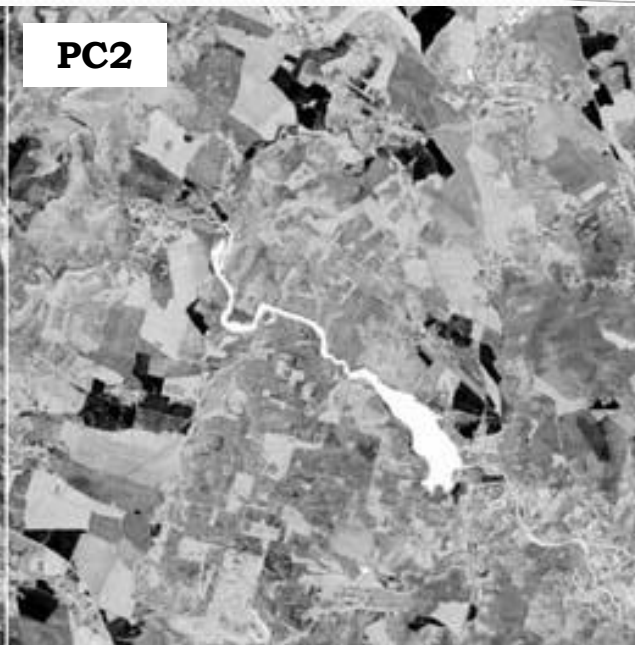
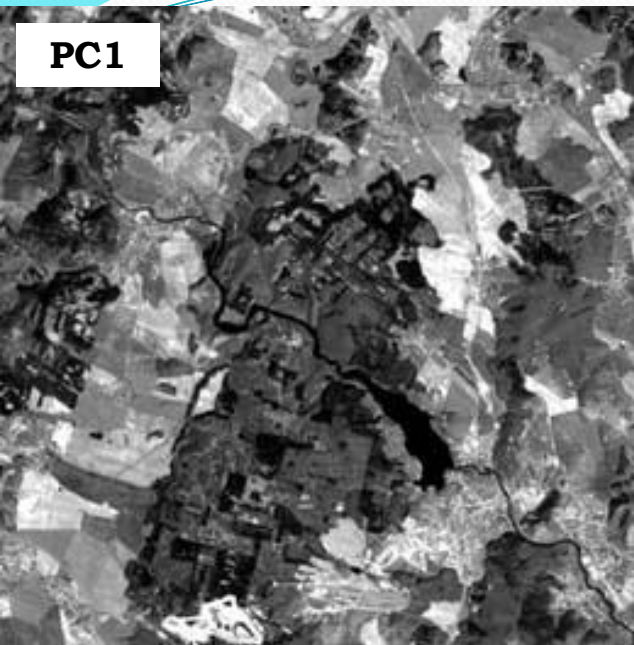
$$PC_2 = b_1TM_1 + b_2TM_2 + b_3TM_3 + b_4TM_4 + b_5TM_5 + b_6TM_7$$

...

Číslo PC	Vlastní čísla	Procenta rozptylu	Kumulov. procenta	Zátěže					
				TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
1	2262,96	75,62	75,62	0,243	0,181	0,346	0,230	0,728	0,454
2	682,34	22,80	98,42	0,115	0,050	0,229	-0,936	-0,012	0,237
3	33,80	1,13	99,55	0,553	0,323	0,513	0,201	-0,531	-0,064
4	7,79	0,26	99,81	-0,264	-0,141	-0,037	0,168	-0,432	0,833
5	4,54	0,15	99,96	0,712	-0,102	-0,668	-0,034	0,000	0,186
6	1,21	0,04	100,00	-0,212	0,911	-0,343	-0,044	-0,022	0,069

PCA je vhodná tam, kde nemáme informace předem o daných třídách

Výstup PCA – jednotlivá transformovaná pásma

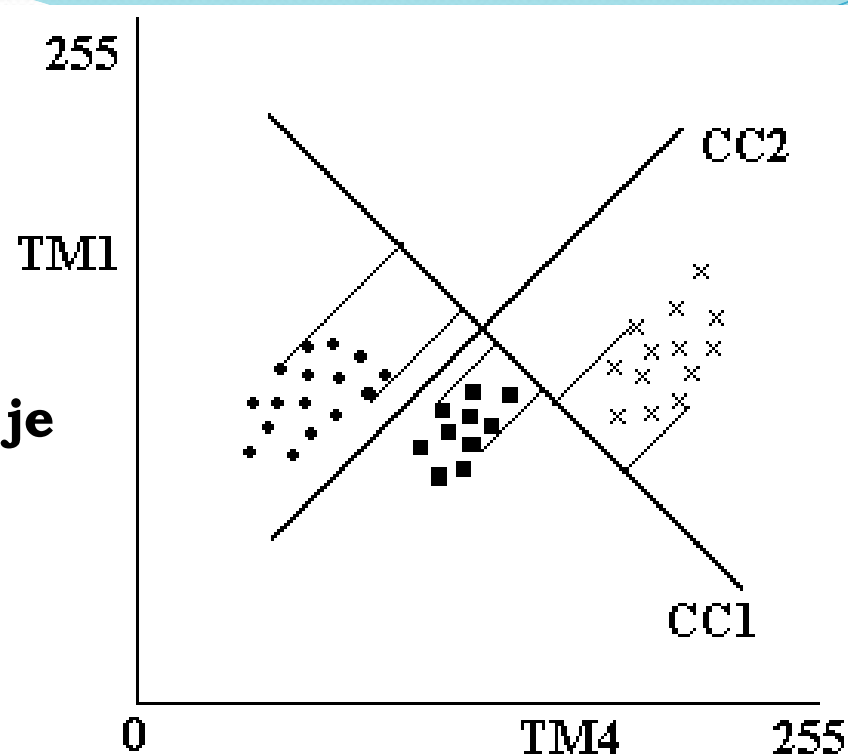


Výstup PCA – barevná syntéza z PC1, PC2 a PC3

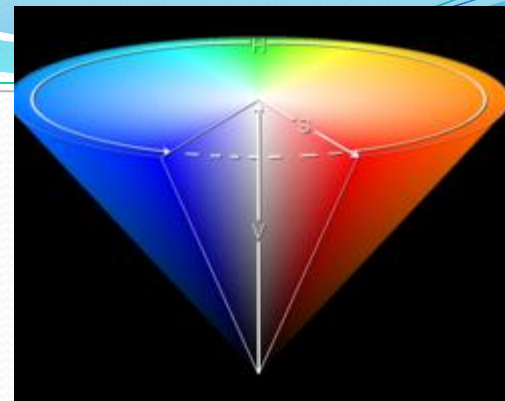


Kanonická (canonical) komponentní analýza (analýza obecných komponent CCA)

- **Metoda obecných komponent je vhodná tam, kde je známa informace o určitých jevech, třídách**
- **Osy CC1, CC2 pro obecné komponenty jsou umístěny tak, aby co nejvíce zvýšily separabilitu těchto tříd (shluků) a zároveň minimalizovaly rozptyl v rámci těchto tříd**
- **Zvyšuje rozdíly ve spektrálním chování klasif. tříd = vyšší přesnost a separabilita jevů automatické klasifikace**

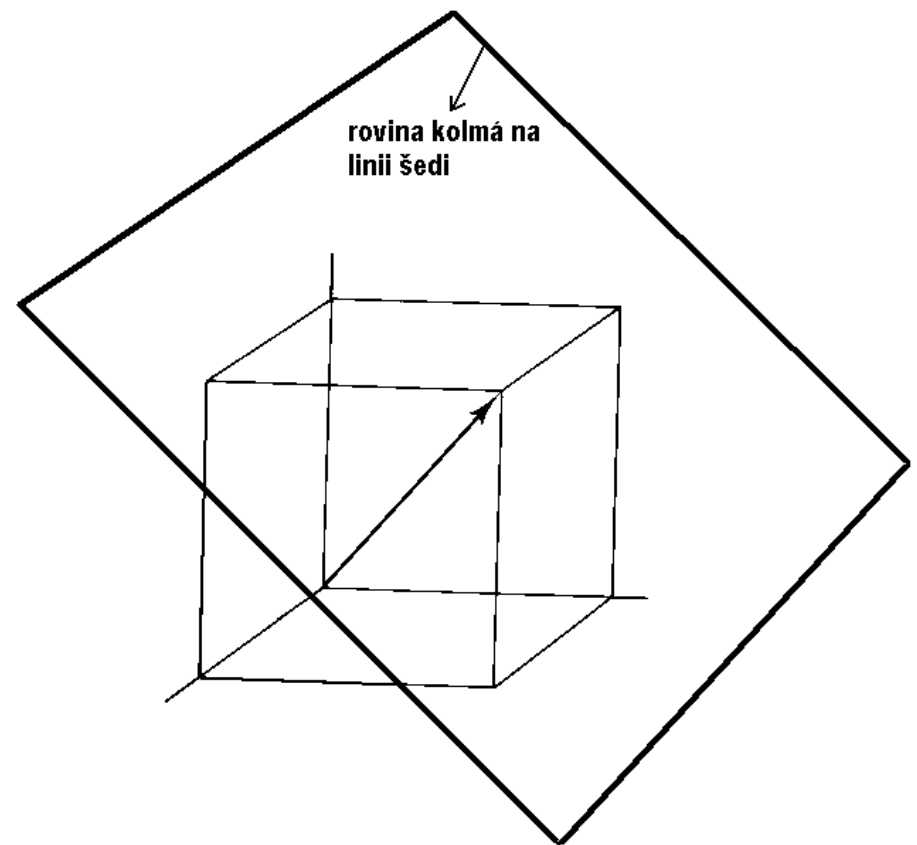
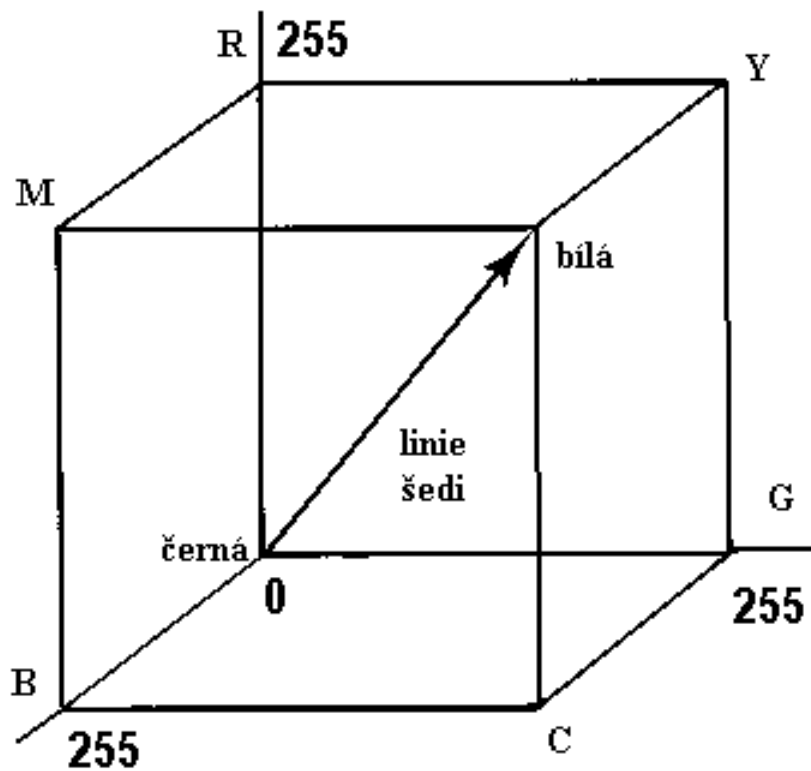


Transformace IHS

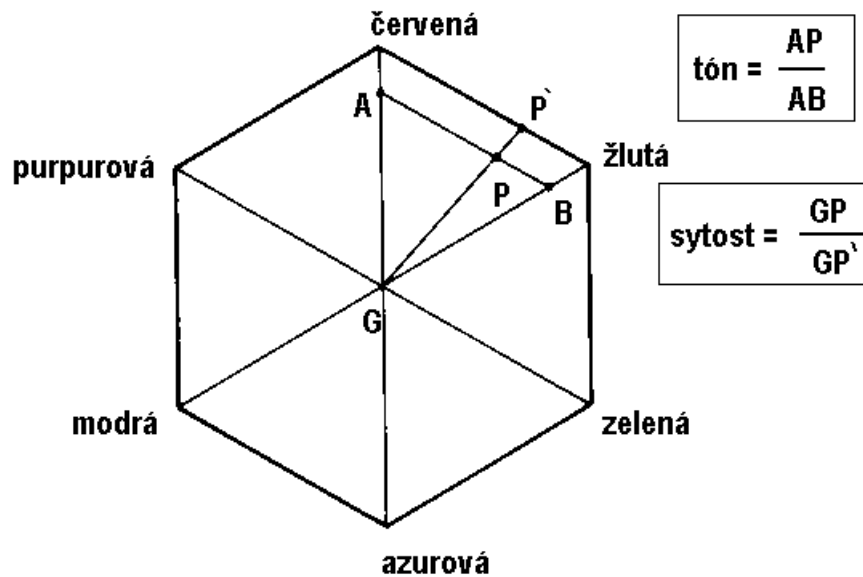
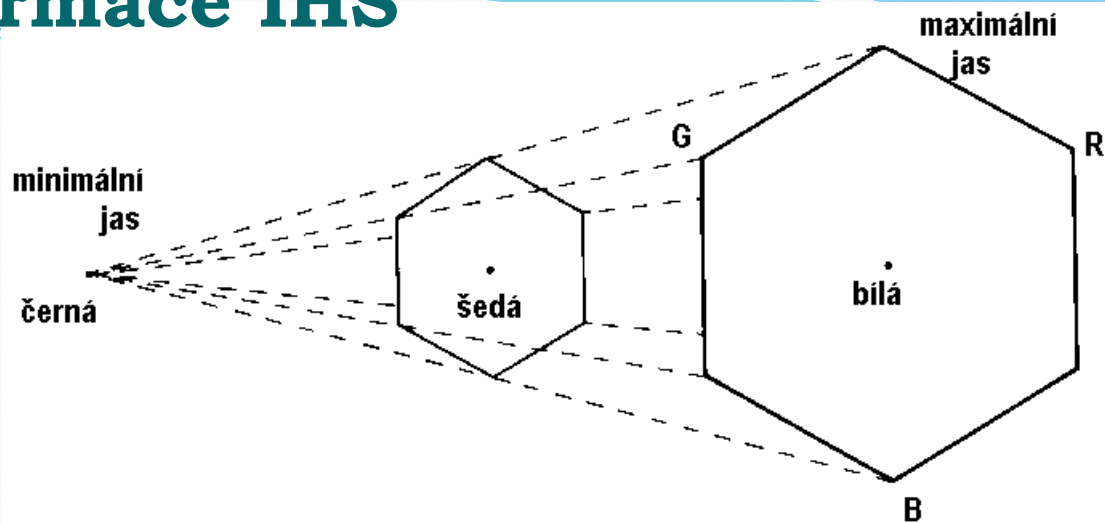


- Jakýkoliv barevný obraz může být popsán také v kategoriích intenzity (jasu), odstínu a sytosti každé barvy (IHS, **Intensity - Hue - Saturation**).
- Intenzita (I) je mírou jasu v obraze
- Odstín (H) je mírou barvy a reprezentuje dominující vlnovou délku ve světle
- Sytost (S) reprezentuje hloubku čistoty barvy vzhledem k odstínu šedi.
- V systému IHS lze zvýrazňovat jednotlivé složky nezávisle na složkách zbývajících - tedy pokud upravíme kontrast složky představující intenzitu, sytost a odstín se nezmění.

Transformace mezi RGB a IHS barevnými systémy



Transformace IHS



Transformace IHS

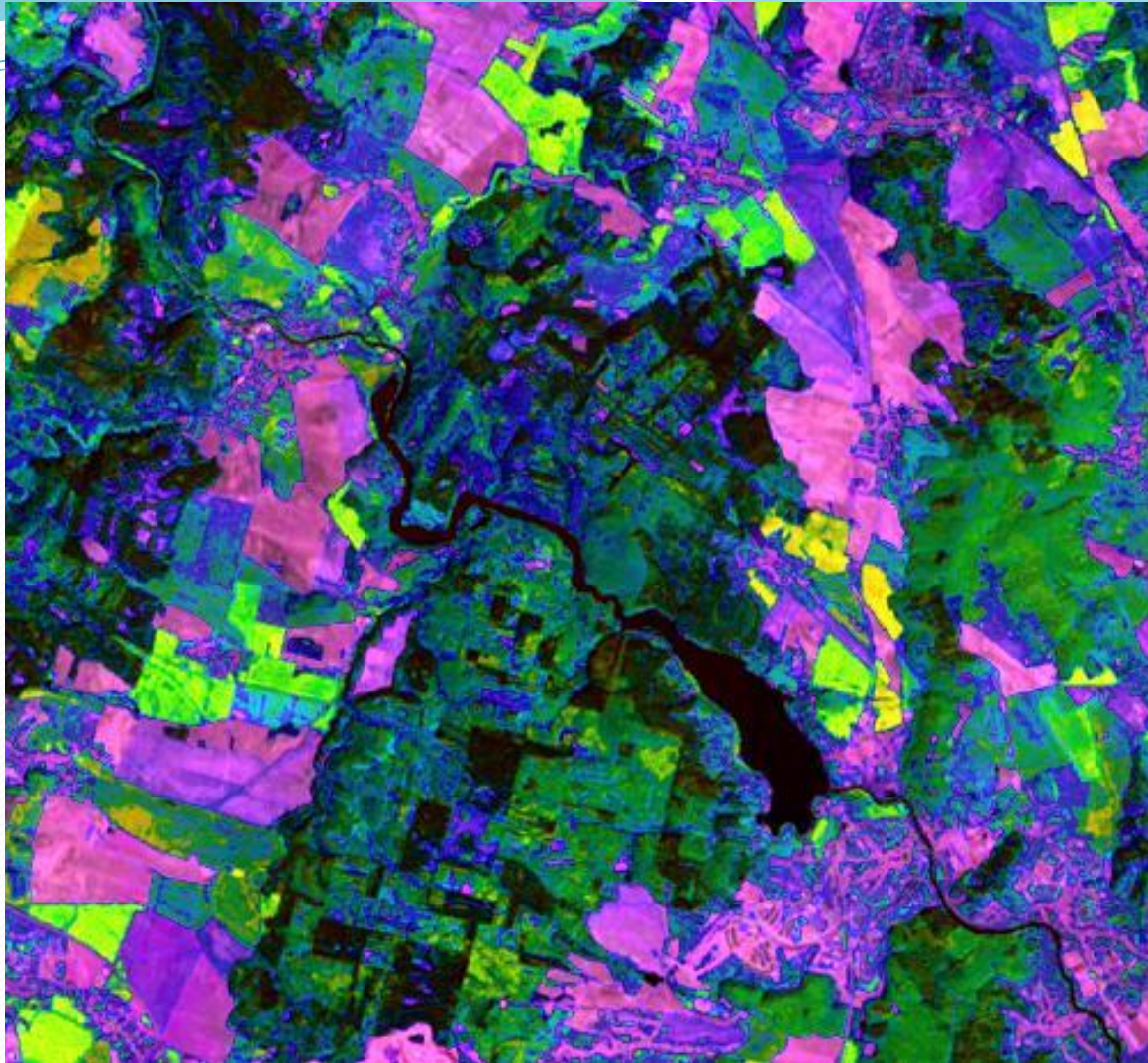
V rámci zpracování obrazových záznamů existuje řada algoritmů, využívajících vzájemné transformace mezi oběma barevnými systémy především pro:

- zvýraznění obrazu
- spojování (fúzi) dat s různým rozlišením – PAN a MS
- spojování dat z různých typů senzorů

Pro IHS transformace platí, že data s největším prostorovým informačním obsahem (lineární prvky, textura) by měla být přiřazena intenzitě.

Data s největším dynamickým rozsahem by měla být přiřazena odstínu.

Malé rozdíly v sytosti nejsou postřehnutelné lidským okem a měly by být proto použity pro nejméně výrazná data.



- **Konverze pásem LANDSAT RGB (3,4,5) do IHS**
- **Zvýraznění H**
- **Konverze IHS do RGB**



- **Konverze pásem LANDSAT RGB (3,4,5) do IHS**
- **Zvýraznění I, S**
- **Konverze IHS do RGB**

Příklady využití IHS transformace

IHS transformací lze kombinovat i data z odlišných senzorů např. ortofoto s družicovými daty, obrazová data a DTM či obrazová data z optické části spektra a radarový snímek.

- Barevnou syntézu vytvořenou z pásem ve viditelné či blízké infračervené části spektra lze ze systému RGB převést do systému IHS. Pokud zde zaměníme složku jasu (I) radarovým snímkem a takto upravené složky IHS systému převedeme zpět do systému RGB, dostaneme syntézu, v níž bude prostřednictvím použitého radarového snímku zvýrazněna textura zobrazených povrchů.**
- Pomocí IHS je možno například vytvořit barevnou kompozici ze dvou pásem AVHRR (1+2 jako intensity, 2/1 hue, 1-2 saturation), která má vzhled infračerveného snímku.**
- V řadě geologických aplikací bylo využito IHS transformace například k zvýraznění texturální informace.**
- Pomocí IHS lze v jednom barevném obraze vizualizovat data získaná pasivními i aktivními metodami snímání.**

Transformace Martina-Taylora

- Transformace barevného obrazu do systému zobrazení, který více odpovídá **citlivosti lidského vidění**.
- Jednotlivé složky tohoto systému jsou mírou zastoupení **jasu**, **červeno-zelené barvy** a **modro-žluté barvy** ve výsledném obraze.
- Pořadí těchto složek zároveň vyjadřuje jejich důležitost ve zrakovém systému člověka.
- Jako vstupu se používá výsledků analýzy hlavních komponent: (PC1 – **jas**, PC2- **červeno-zelená** a PC3- **modro-žluté barvy**).
- Tyto obrazy jsou transformovány do systému RGB následujícími vztahy:

$$R = (255 - PC2 + PC3/2) * PC1/256 \quad | R - (0,383)$$

$$G = (PC2 + PC3/2) * PC1/256 \quad | G - (0,383)$$

$$B = (255 - PC3) * PC1/256 \quad | B - (0,255)$$

Nové obrazy jsou lineárně transformovány do rozsahu 0-255

Transformace Martina-Taylora

Barevnou syntézu lze použít k vizuální interpretaci, jednotlivá pásma mohou vstupovat do klasifikace obrazu.



Dekorelační techniky

- Techniky zvýraznění více pásem výhodné pro zpracování vysoce korelovaných dat.
- Tradiční techniky zvýraznění kontrastu v RGB systému rozšiřují pouze rozsah intensity barev, odstín či sytost se nemění. Právě **odstín** barev bývá nejdůležitější při identifikaci objektů.
- Odstraněním korelace mezi zobrazovanými pásmy lze tento problém do jisté míry vyřešit. Použitím analýzy hlavních komponent a následným zvýrazněním kontrastu dosáhneme změny barevného odstínu, vzniká však problém, že nové barvy objektů jsou často velmi odlišné od barev původních, což může způsobovat problémy při jejich identifikaci.
- Existují techniky, které jsou modifikací analýzy hlavních komponent a které zachovávají barevné odstíny jevů a objektů. Tato dekorelační zvýraznění zahrnují **úpravu kontrastu hlavních komponent** a jejich **následnou transformaci zpět do barevného systému RGB**
- Dekorelační techniky **zvýrazňují především sytost barev**, intenzita a odstín se mění pouze málo. Takto zvýrazněné barevné syntézy se proto interpretují snáze, než barevné syntézy vytvořené z hlavních komponent.

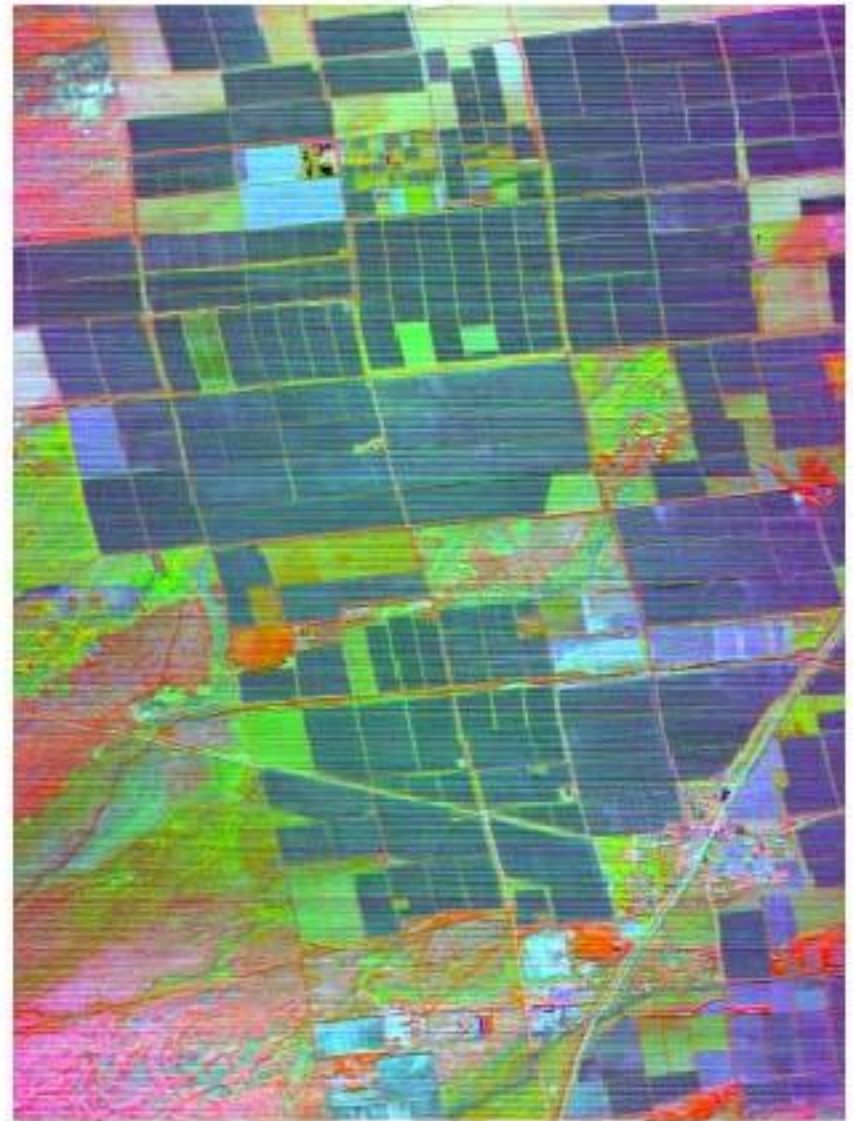
Dekorelační techniky - obecný postup

Metoda má tři základní kroky:

1. Transformace metodou hlavních komponent
2. Škálování hodnot (aby všechna transformovaná pásma měla stejný rozptyl jako první komponenta)
3. Zpětná (inverzní) transformace



Příklad dekorelačního zvýraznění – horniny a minerály



Příklad dekorelačního zvýraznění – plochy s vegetací

Spojování (fúze) dat s různým prostorovým rozlišením

Metody transformace barevného prostoru slouží vedle zvýrazňování také k spojování PAN a MS obrazových dat

Obecný princip:

MS data s menším prostorovým rozlišením se převedou z RGB barevného systému do systému IHS.

Složka intenzity-jasu (I) se nahradí daty s vysokým rozlišením (PAN).

Provede se zpětná transformace z IHS do RGB

Výsledkem jsou barevná data s vysokým rozlišením

Algoritmy pro fúzi dat

- Metoda HEXCONE (viz IHS)
- Metoda Broveyho transformace

Jednotlivé složky nového obrazu se vypočtou následujícím způsobem:

$$\mathbf{R} = (\mathbf{R} / (\mathbf{R} + \mathbf{G} + \mathbf{B})) * \mathbf{I}$$

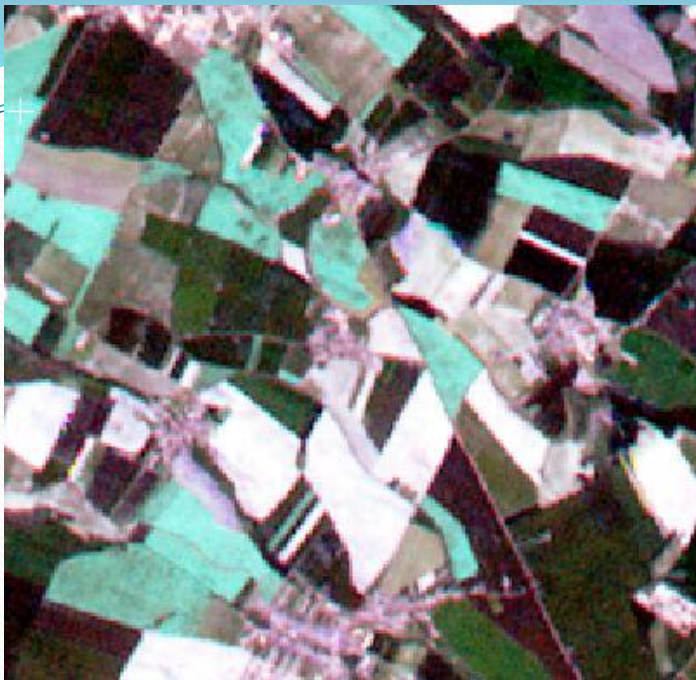
$$\mathbf{G} = (\mathbf{G} / (\mathbf{R} + \mathbf{G} + \mathbf{B})) * \mathbf{I}$$

$$\mathbf{B} = (\mathbf{B} / (\mathbf{R} + \mathbf{G} + \mathbf{B})) * \mathbf{I}$$

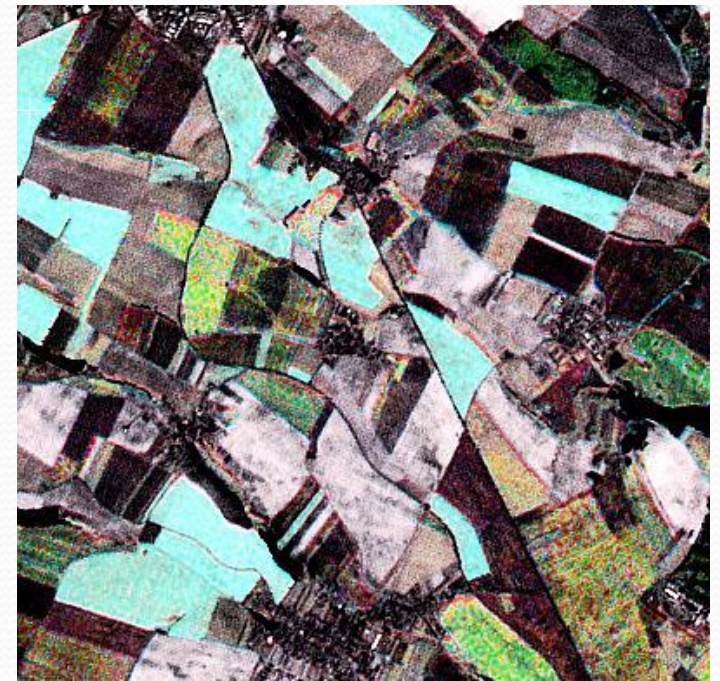
kde \mathbf{I} představuje data s vysokým rozlišením

MS

30 m



IHS



PAN

15 m



Aritmetické operace s pásmy multispektrálního obrazu

Obrazové podíly

Potlačení vlivů topografie – různých DN hodnot v důsledku různě osvětlených svahů

Výpočet spektrálních indexů (zvýrazňují vegetační složku či různé druhy minerálů)

Obecně se konstruují tak, že v čitateli je pásmo, ve kterém zvýrazňovaný povrch intenzivně odráží a ve jmenovateli naopak pásmo, ve kterém povrch pohlcuje

Příklady:

TM4/TM3 – vegetační index

TM3/TM1 – zvýrazňuje výskyt půd s oxidy železa

TM5/TM7 – zvýrazňuje místa s výskytem jílových minerálů

Obrazové podíly



Druh povrchu	Orientace svahů ke Slunci	DN hodnoty		
		Pásmo A	Pásmo B	Podíl A/B
listnáče	osvětlené	48	50	0.96
	zastíněné	18	19	0.95
jehličnany	osvětlené	31	45	0.69
	zastíněné	11	16	0.69

Výsledkem dělení dvou obrazů stejného území je obraz, který přesněji zachycuje spektrální charakteristiky objektů. Výhody podílů pásem jsou následující:

- **eliminují faktory, které by se při dalším pracování zdůrazňovaly**
- **zvýrazňují spektrální charakteristiky povrchových jevů**
- **zlepšují potenciální možnosti následné klasifikace**
- **redukují množství vstupních dat**
- **mohou sloužit ke studiu časových změn**

Podíly pásem mohou být jednoduché i složitější - mohou eliminovat vlivy, které mají aditivní povahu, může jít o normalizované podíly (rozdíl dvou pásem dělený jejich součtem) a pod.

Podíly pásem tvoří podstatu výpočtu velké skupiny tzv.

poměrových vegetačních indexů

Násobení obrazů

- Technika pro maskování vybraných ploch na snímku. Zájmová plocha má hodnotu pixelů 1, ostatní plochy hodnotu 0.
- Když je touto "maskou" vynásoben jiný obraz, dostaneme ve výsledku pouze zájmovou plochu, ostatní plochy mají nulové hodnoty.
- Pokud dva povrchy mají podobné hodnoty odrazivosti ve dvou pásmech lze jejich roznásobením mezi nimi zvýšit kontrast.

Součet obrazů

- Přičtení výsledku vysokofrekvenční filtrace k původnímu obrazu – ostřicí filtr.
- Součet snímků jako celková míra vhodnosti – mapová algebra (několik tematických map reprezentující míru vhodnosti – např. lokalizace jevu či objektu)

Rozdíl obrazů

- Jednoduchá metoda stanovení změn mezi dvěma časovými horizonty.
- Nulový výsledek indikuje žádnou změnu, nenulové hodnoty indikují určité změny.
- Znaménko výsledku určuje směr změny.
- Operaci odčítání lze aplikovat na původní pásma i na výsledky klasifikace

1990

1	1	2	2
1	2	2	2
1	2	3	3
4	4	3	3

x 10

10	10	20	20
10	20	20	20
10	20	30	30
40	40	30	30

2010

1	2	2	3
1	2	2	3
4	4	2	3
4	4	4	3

+

+

11	12	22	23
11	22	22	23
14	24	32	33
44	44	34	33

- 1 ... les
- 2 ... louka
- 3 ... pole
- 4 ... zástavba

- Stabilní plochy:**
- 11 ... les (2)
 - 22 ... louka (3)
 - 33 ... pole (2)
 - 44 ... zástavba (2)
- Významné změny:**
(práh: min. 2 pixely)
- 23 ... louka → pole