

Dálkový průzkum Země

KGI/APGPS

RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

„Environmentální vzdělávání rozvíjející uplatnění v praxi“

reg. číslo: CZ.1.07/2.2.00/07.0086

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

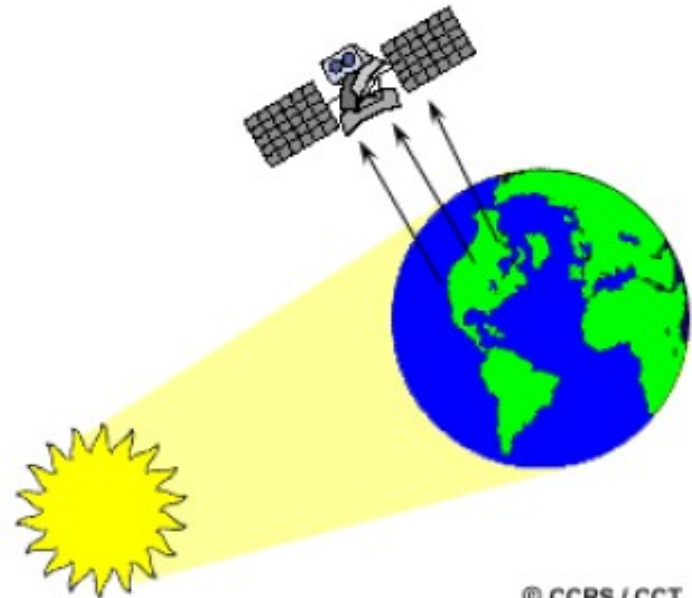
DPZ

Dálkový průzkum země je nauka o pořizování informací o zemském povrchu bez přímého kontaktu s daným místem.

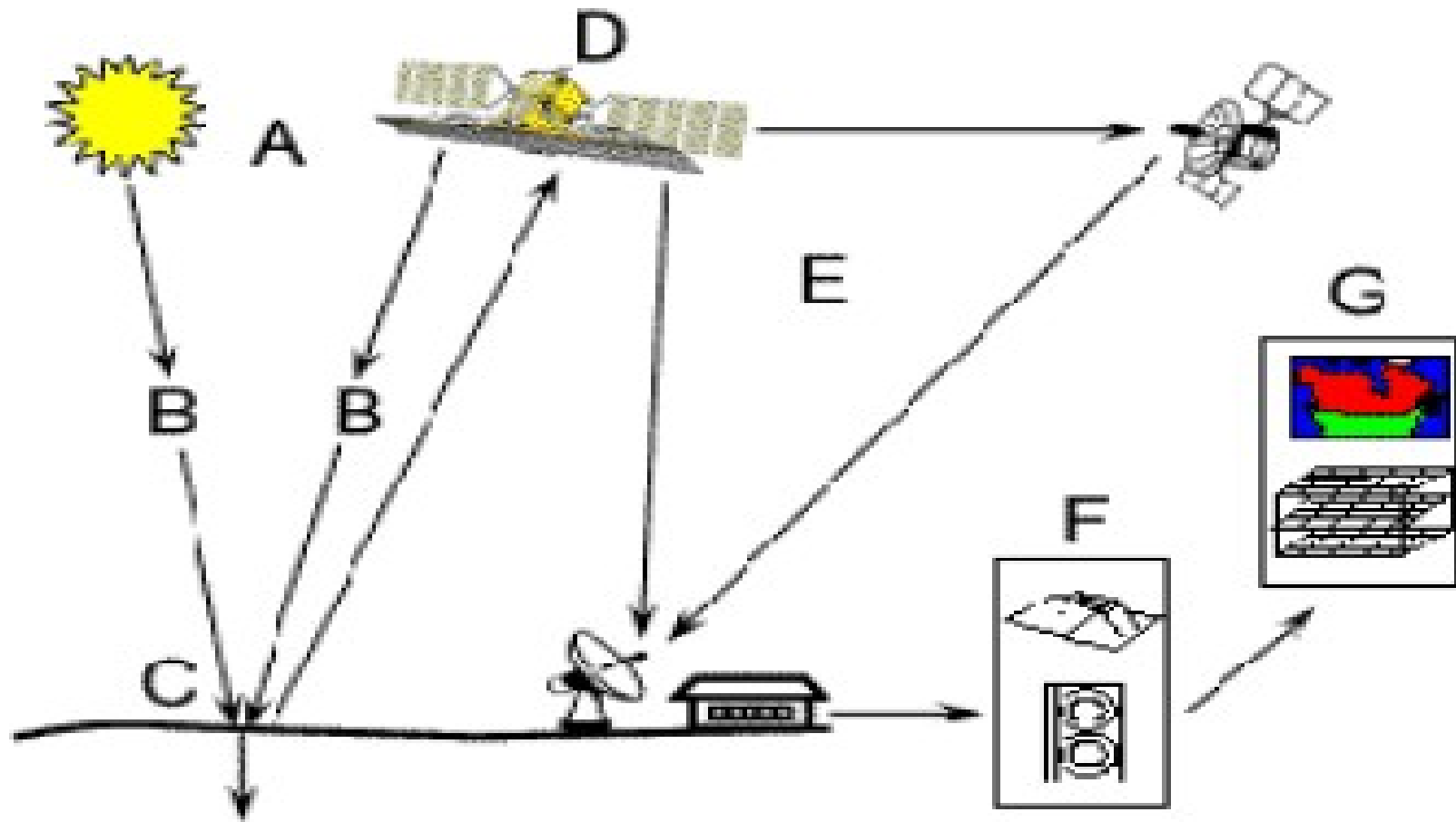


Princip

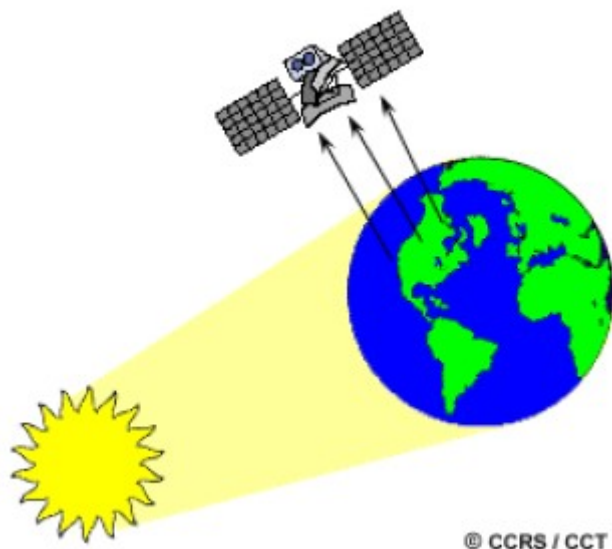
Snímání a zaznamenávání odraženého nebo vyzářeného záření od zemského povrchu, jeho další zpracování a nakonec samotná interpretaci těchto dat.



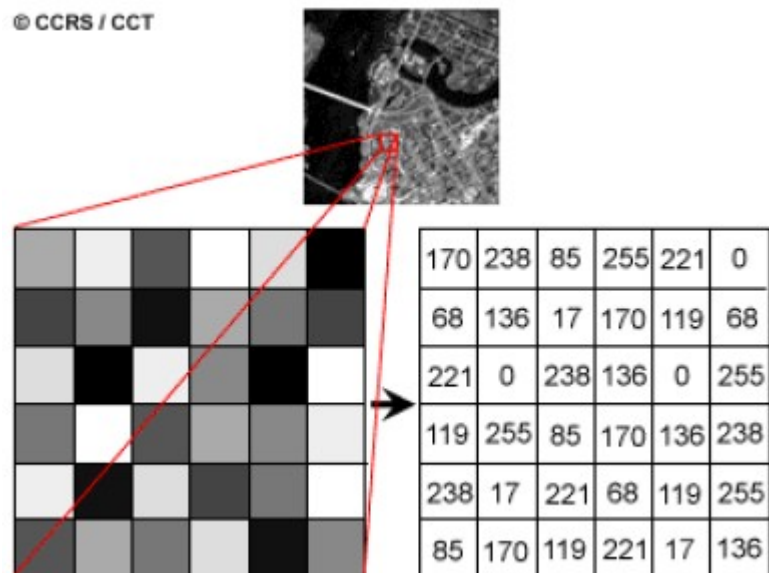
G = VYUŽITÍ ZÍSKANÝCH DAT



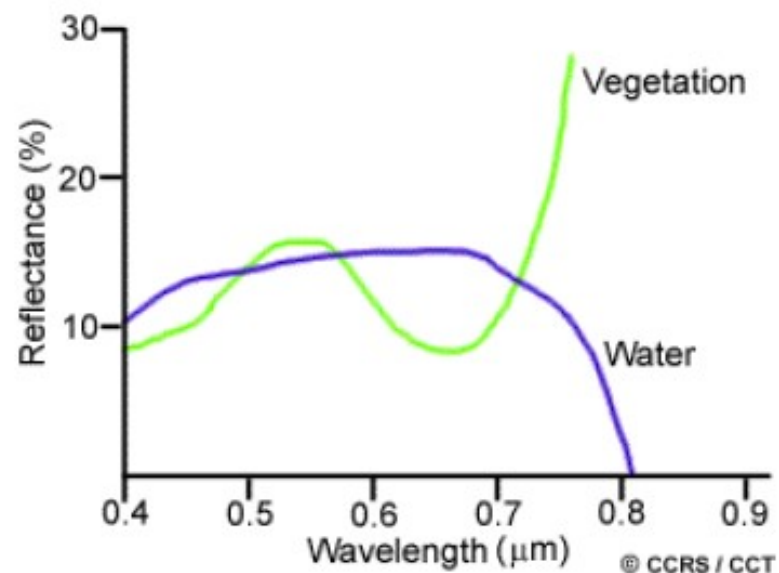
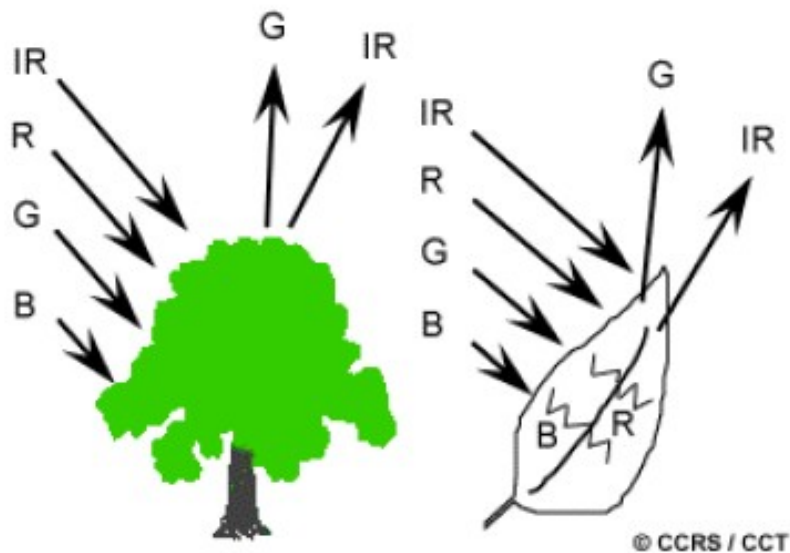
- Družice snímá elektromagnetické záření
- Zaznamenává jeho intenzitu



© CCRS / CCT

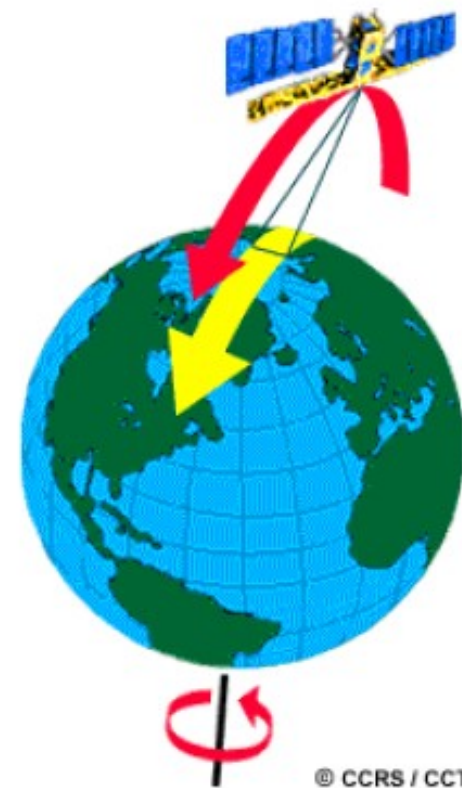


- Každý typ povrchu odráží záření jinak
- Křivka spektrální odrazivosti



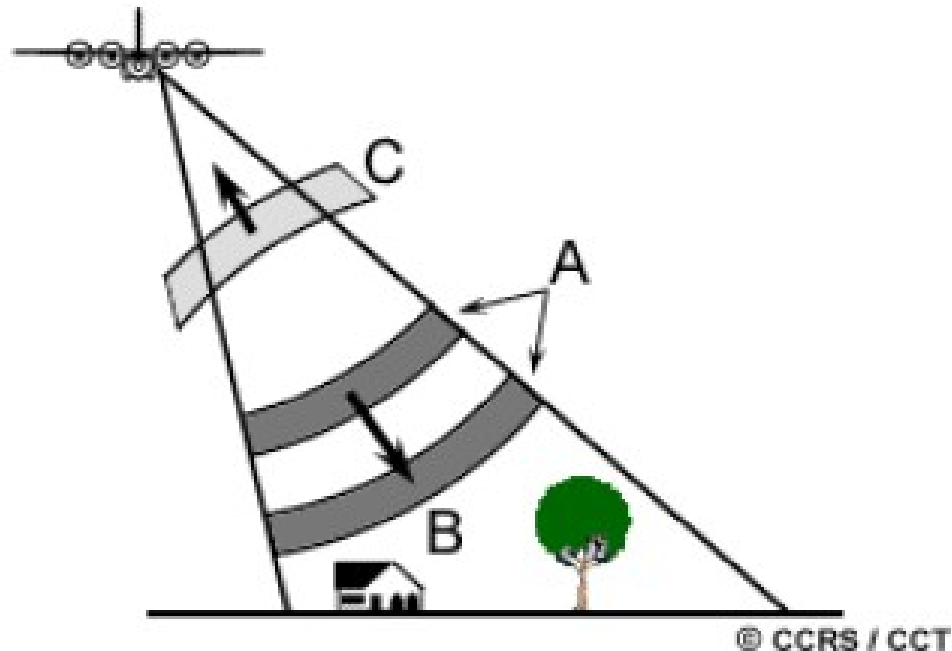
Sledované parametry

- Oběh družice kolem Země
- Snímání zemského povrchu po pásech
- Zemská rotace
- Opakovatelnost měření



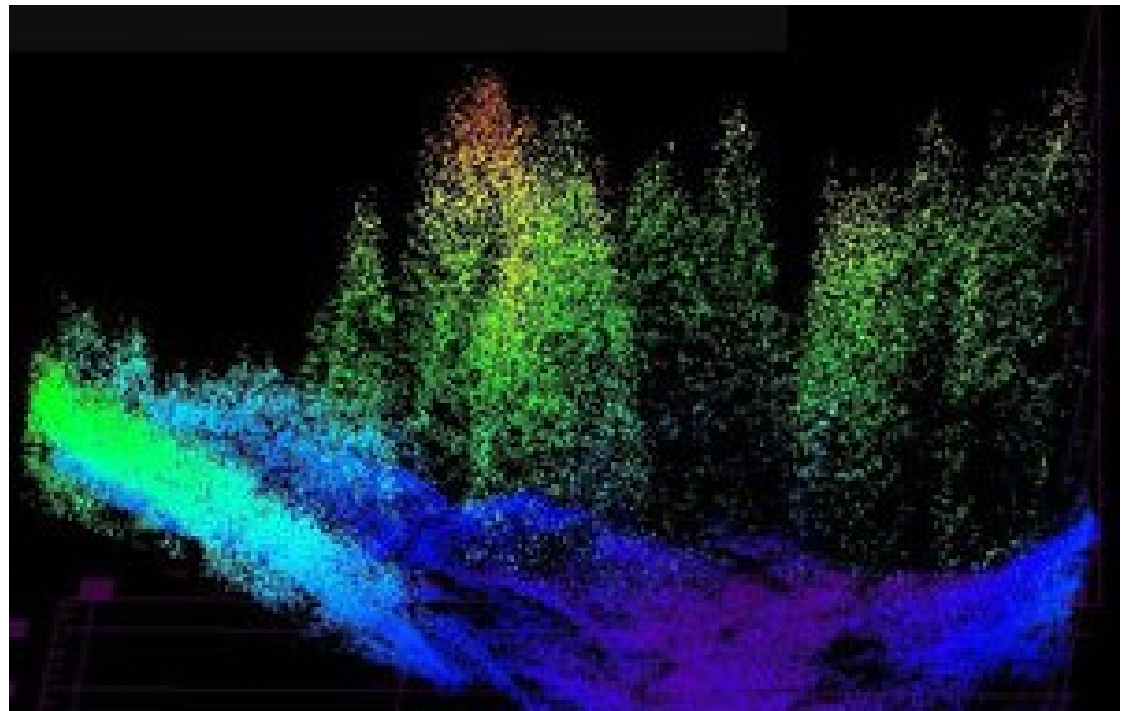
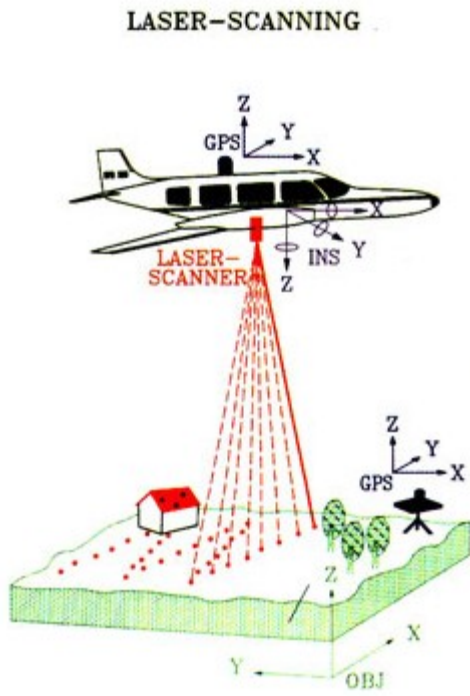
RADAR

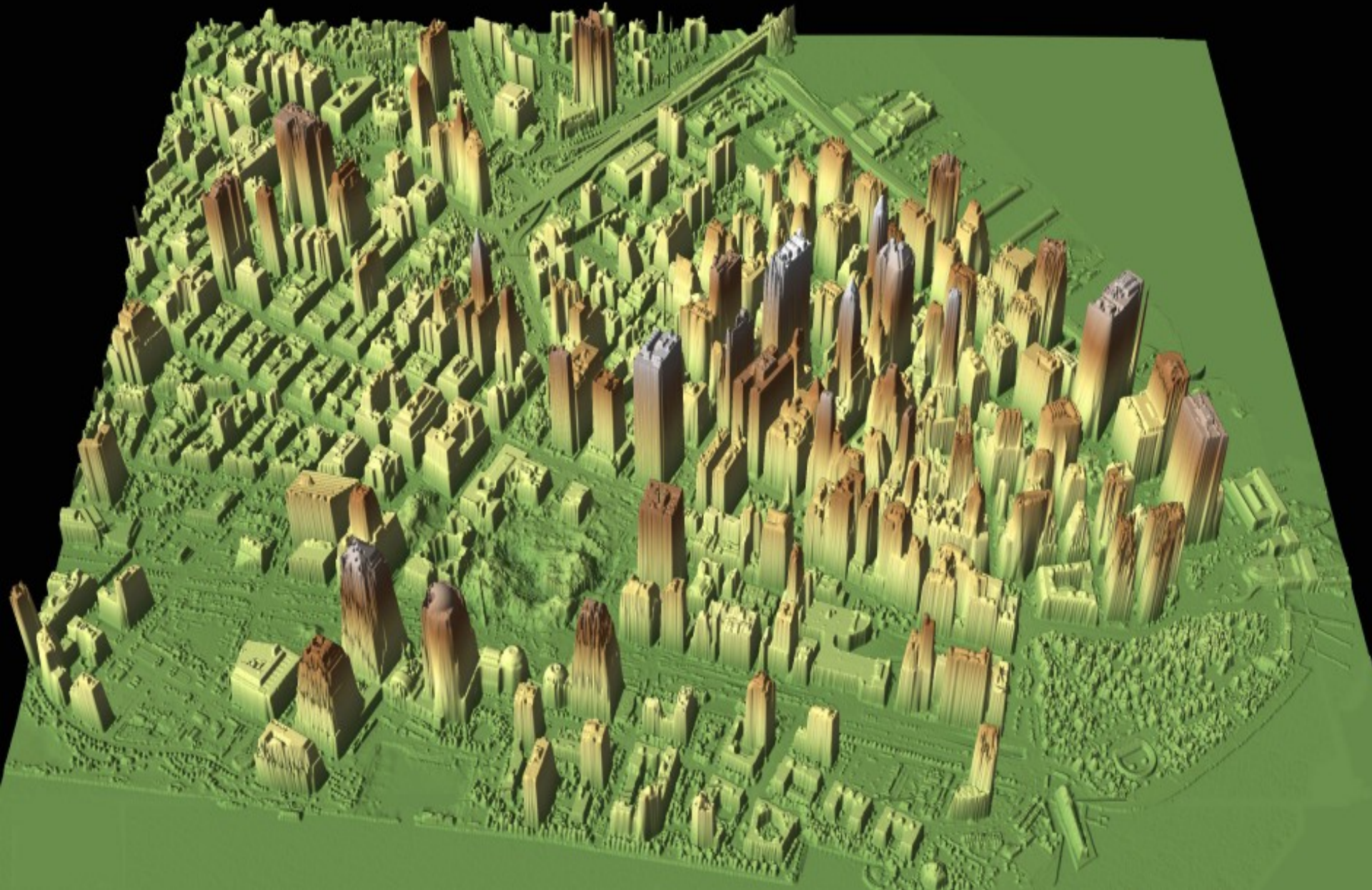
- Aktivně vysílá EM signál
- Odražený signál snímá a vyhodnocuje



LIDAR

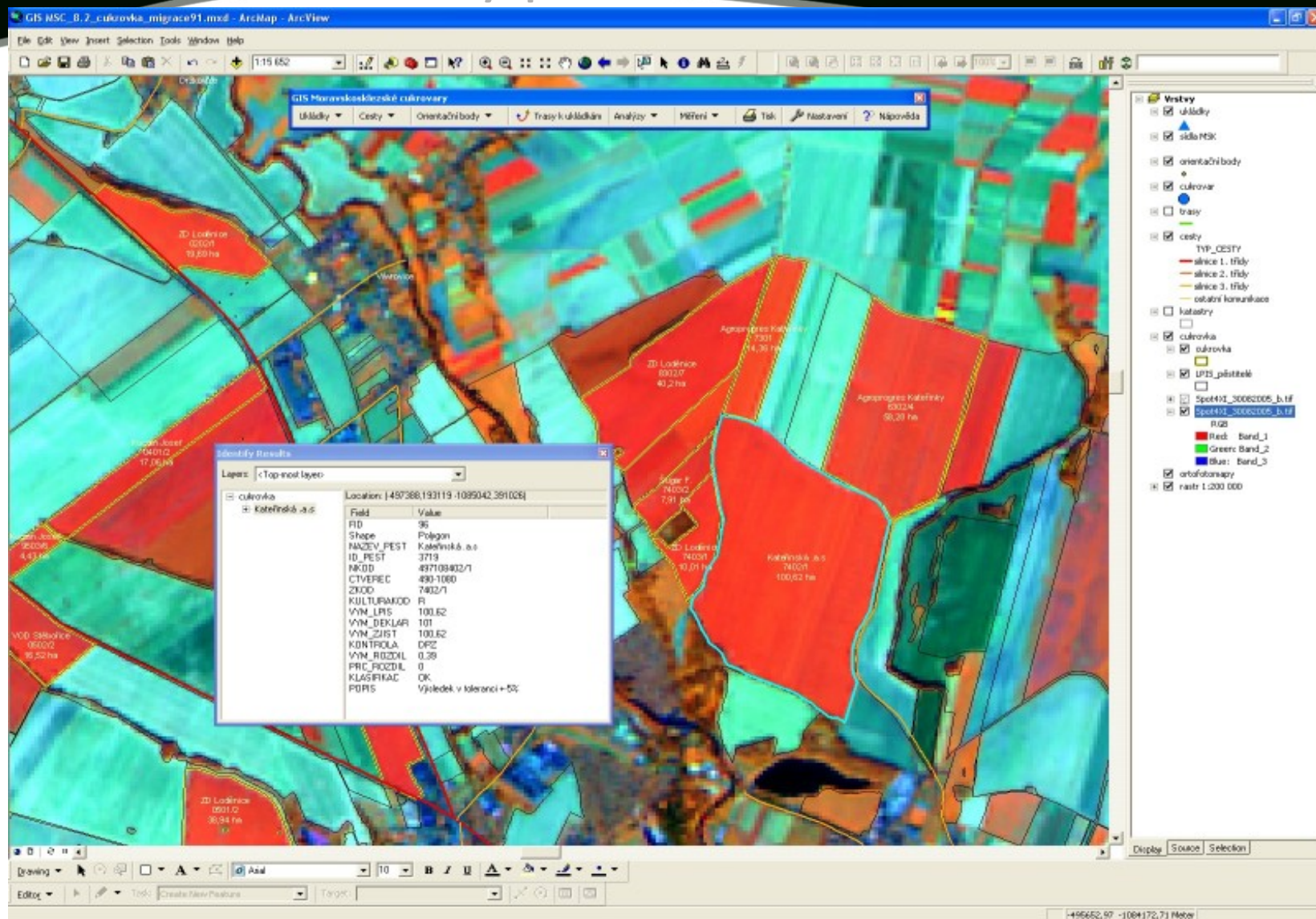
- Vysílá laserový paprsek
- Měří vzdálenost od místa odrazu





Příklady užití GIS

Detekce cukrovky pomocí DPZ



Letecké snímky & ortofotosnímky

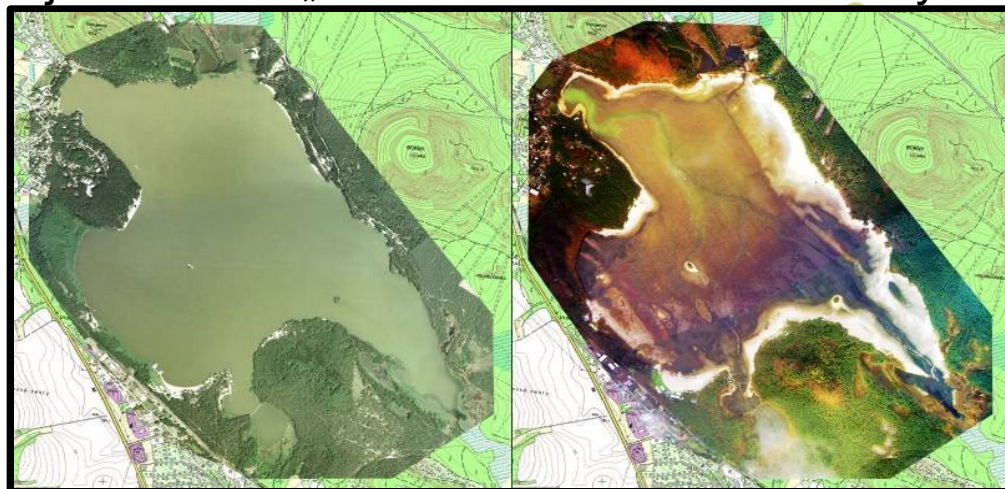
- měřičské snímky (od konce 30tých let)
- snímky černobílé
- snímky barevné
- spektrozonální a multispektrální
- digitální skenování

externí ale i vlastní snímkování

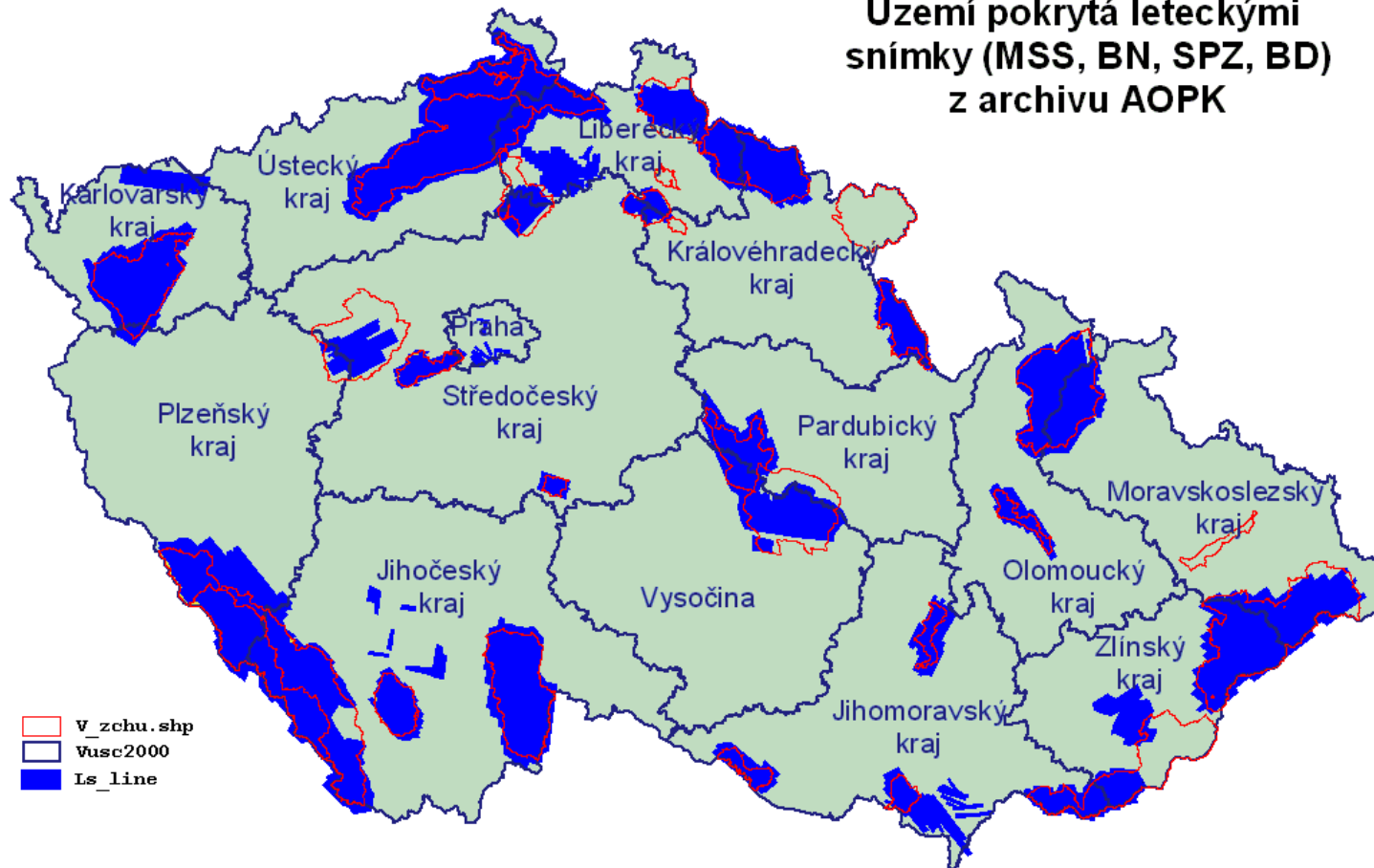


Vlastní letecké snímky

- archiv „historických“ multispektrálních leteckých snímků
- cca 20 tisíc scén, tj. 80 tisíc snímků převážně z VCHÚ
- archiv historických měřických černobílých snímků - cca 1 tisíc scén zaměřených na národní kategorie CHU (částečně i v digitální podobě – cca 55 Gb)
- archiv barevných a spektrozónálních leteckých snímků – cca 1 tisíc scén různých měřítek z různých lokalit
- v současnosti není k dispozici žádná fotografická komora, která by umožnila realizaci účelového „ochranářsky“ zaměřeného snímkování jako tomu bylo v minulosti
- původní letecké snímkování je částečně „nahrazováno“ ortofotosnímky resp. ortofotomapami



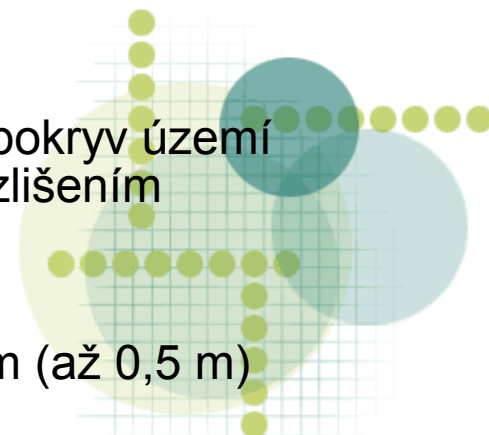
**Území pokrytá leteckými
snímky (MSS, BN, SPZ, BD)
z archivu AOPK**



Přehled leteckých snímků realizovaných OP

Družicové snímky

- celorepublikový pokryv družicovými snímky typu LANDSAT TM, pořízených v 7 spektrálních pásmech s rozlišením 25 metrů pro účely projektu Land Cover 1990
- bezešvá barevná mozaika družicových dat typu LANDSAT s rozlišením 80 metrů
- jednotlivé scény družicových snímků typu LANDSAT, SPOT, IRS, s rozlišením od 25 metrů do 5 metrů, pořízených v rámci grantových projektů pro různé lokality
- kromě výše uvedených digitálních dat je k dispozici také pokryv území ČR spektrozónálními analogovými daty typu Kosmos s rozlišením okolo 5 metrů z devadesátých let
- existence nových typů satelitních dat s vysokým rozlišením (až 0,5 m) a mnoha spektrálními pásmy



CORINE LAND COVER

» **CO**oRdination of **IN**formation on the **EN**vironment

» 1985 založen Evropskou komisí

» 1991 v rámci programu Phare rozšířen i na střední Evropu

» **Cíl:** sběr, koordinace a zajištění kvalitních informací o životním prostředí a přírodních zdrojích

» srovnatelné v rámci Evropského společenství

- Land Cover (krajinný pokryv)
- Biotopes (biotopy)
- Air (ovzduší)



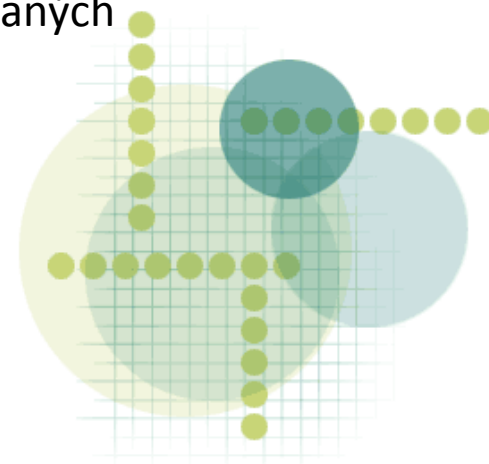
CLC90

» **Cíl:** vytvoření databáze krajinného pokryvu na základě jednotné metodiky

- 1991 pilotní studie o vhodnosti nomenklatury a metodologie
- 1993 /září/ - začátek prací na vektorové databázi
- 1996 vznik 2 oddělených databází (pro každou republiku), firma GISAT

» **Databáze:** vytvořena interpretací snímků družice LANDSAT nasnímaných mezi roky 1986 – 1995

» **Výstup:** mapa vegetačního pokryvu v měřítku 1:100 000 (44 tříd)



CLC2000

• potřeba aktualizace → projekty IMAGE2000 a CLC2000 (I&CLC2000)

- zodpovídá za něj Evropská agenturá životního prostředí (EEA)
- databáze pro ucelené zhodnocení stavu životního prostředí
- slouží pro prostorové a místní analýzy na různých úrovních
- korekce databáze CLC90 (zjištěno mnoho chyb)

» vývoje CLC2000 se zúčastnilo asi 300 odborníků z přibližně 100 organizací z celé Evropy

» náklady dosáhly částky 13 milionů eur.

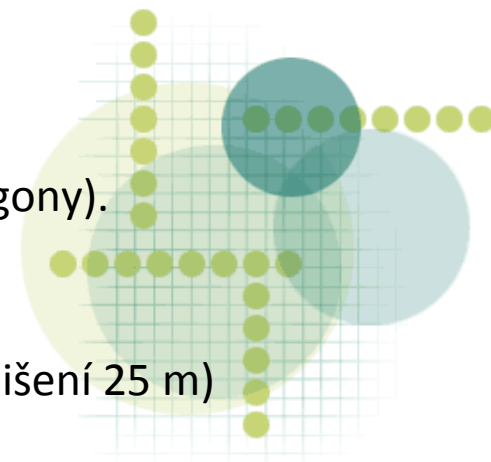
» minimální jednotka pro inventarizaci - 25 ha, min. šíře - 100 m (polygony).

Projekt IMAGE2000

» “změnová plocha” - souvislá plocha min. 5 ha.

» databáze satelitních snímků území Evropy z LANDSAT (prostor. rozlišení 25 m)

» výchozí materiál pro aktualizaci databáze CLC a identifikování změn.



CLC2000

» Základní hierarchie tříd má 3 úrovně (jako u CLC90) :

úroveň 1 (menší než 1:1 000 000) - 5 tříd

úroveň 2 (1:500 000 až 1:1 000 000) - 15, tříd, na území ČR 13

úroveň 3 (základní měřítko 1:100 000) - 44 tříd, na území ČR 28

» S použitím jednotné metodologie poskytuje první standardizovaný přehled o krajiněm pokryvu Evropy v roce 2000 a o změnách, ke kterým došlo během desetiletí, jež uplynulo od prvního mapování na sklonku osmdesátých let 20. stol.

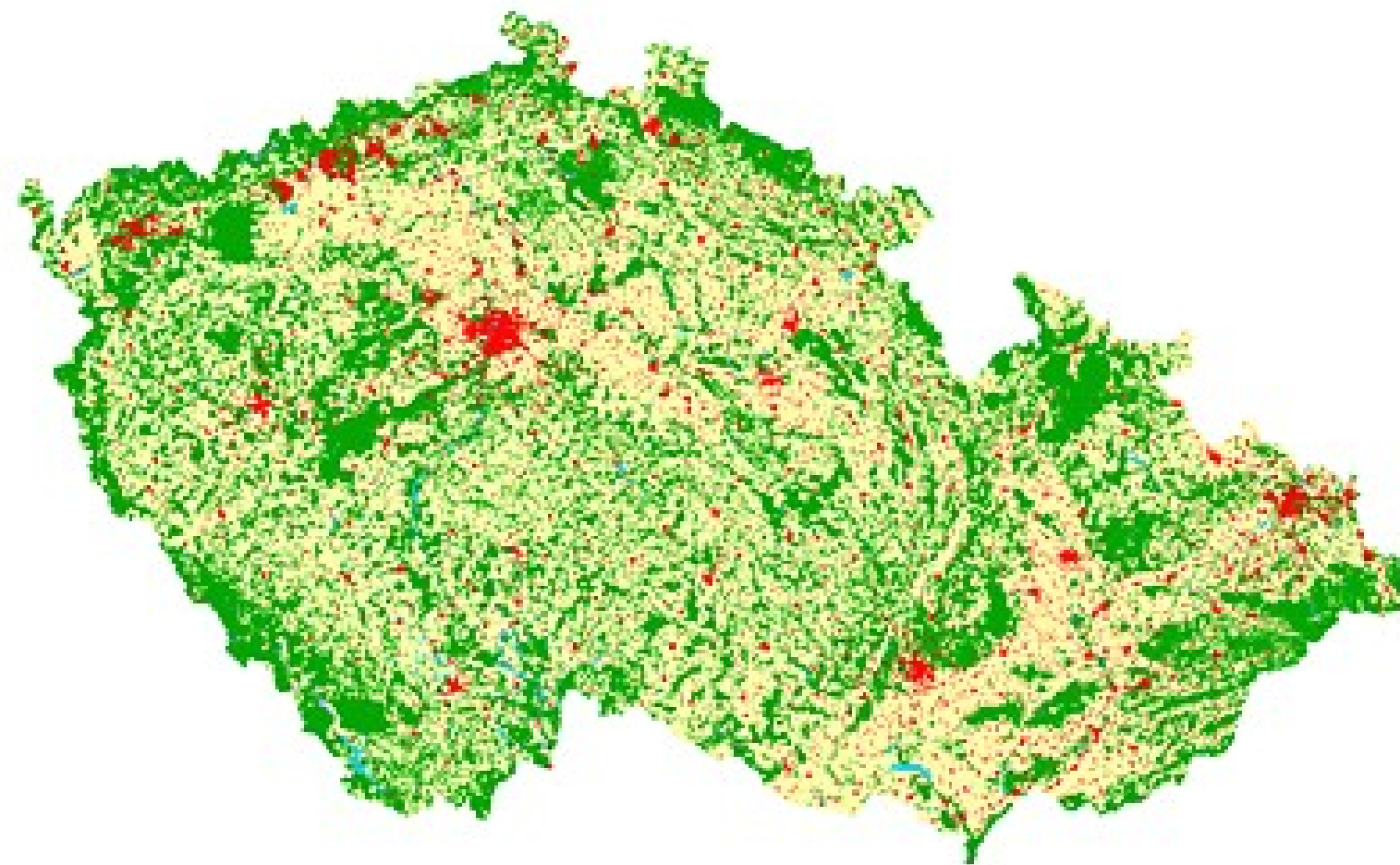
» Oba produkty jsou bezplatně k dispozici na internetových stránkách EEA

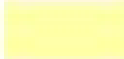
» Území ČR zpracovávala firma HELP SERVICE – REMOTE SENSING s.r.o.

» výsledná mapa v měřítku 1:100 000 najdete mapovém serveru

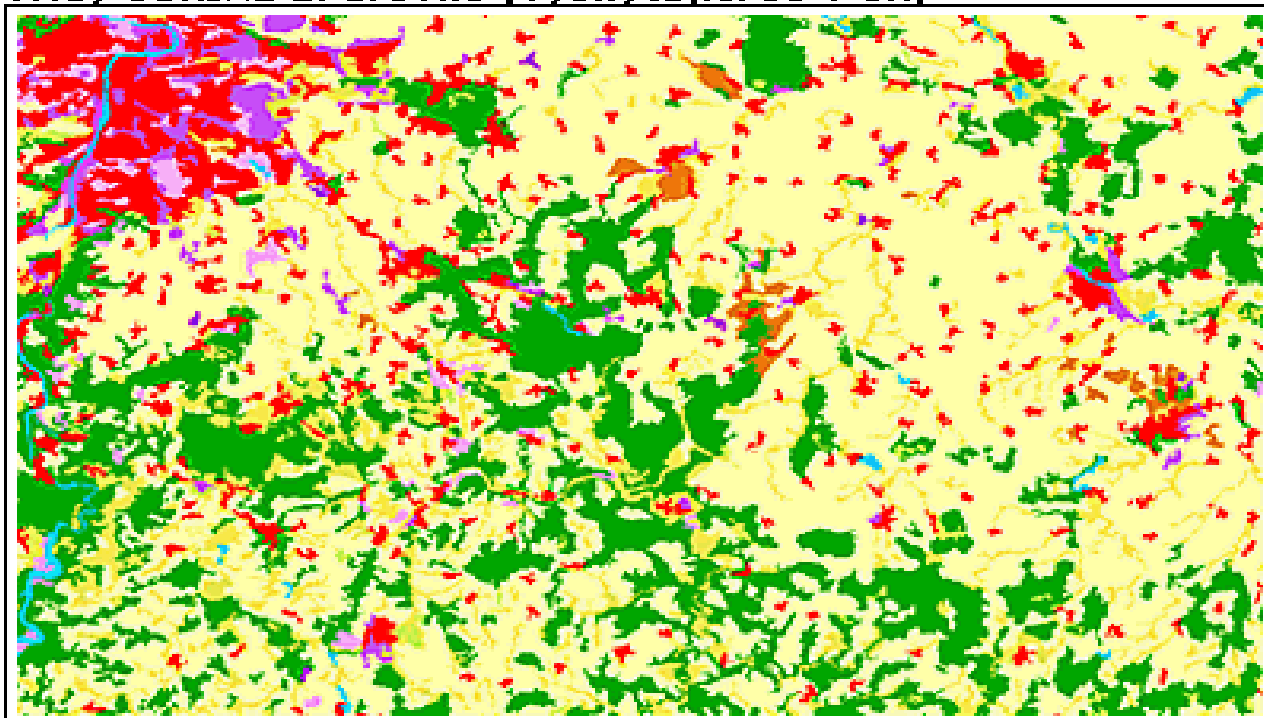


Třídy CORINE 1. úrovně



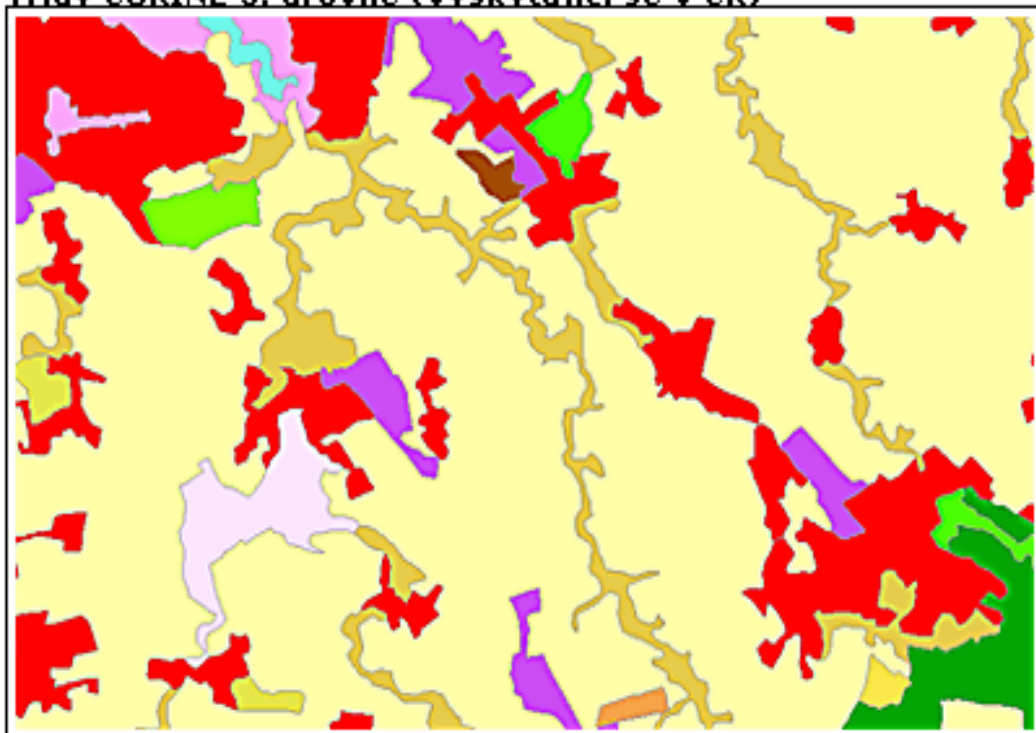
-  1. Urbanizovaná území
-  2. Zemědělské plochy
-  3. Lesy a polopřírodní oblasti
-  4. Humidní území
-  5. Vodní plochy

Třídy CORINE 2. úrovně (vyskytující se v ČR)



- 1.1. Obytné plochy
- 1.2. Průmyslové a obchodní zóny, komunikační síť
- 1.3. Doly, skládky a staveniště
- 1.4. Plochy umělé, nezemědělské zeleně
- 2.1. Orná půda
- 2.2. Stálé kultury
- 2.3. Pastviny
- 2.4. Různorodé zemědělské plochy
- 3.1. Lesy
- 3.2. Plochy s křovinnou a travnatou vegetací
- 3.3. Otevřené plochy s malým zastoupením vegetace nebo bez vegetace
- 4.2. Vnitrozemská humidní území
- 5.1. Pevninské vody

Třídy CORINE 3. úrovně (vyskytující se v ČR)



- 1.1.1. Souvislá městská zástavba
- 1.1.2. Nesouvislá městská zástavba
- 1.2.1. Průmyslové a obchodní areály
- 1.2.2. Silniční a železniční síť s okolím
- 1.2.3. Přístavy
- 1.2.4. Letiště
- 1.3.1. Oblasti současné těžby surovin
- 1.3.2. Haldy a skládky
- 1.3.3. Staveniště
- 1.4.1. Městské zelené plochy
- 1.4.2. Sportovní a rekreační plochy
- 2.1.1. Nezavlažovaná orná půda
- 2.2.1. Vinice
- 2.2.2. Sady, chmelnice a zahradní plantáže
- 2.3.1. Louky a pastviny
- 2.4.2. Směsice polí, luk a trvalých plodin
- 2.4.3. Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací
- 3.1.1. Listnaté lesy
- 3.1.2. Jehličnaté lesy
- 3.1.3. Smíšené lesy
- 3.2.1. Přírodní louky
- 3.2.2. Stepi a křoviny
- 3.2.4. Nízký porost v lese
- 3.3.2. Skály
- 4.1.1. Mokřiny a močály
- 4.1.2. Rašeliniště
- 5.1.1. Vodní toky
- 5.1.2. Vodní plochy

CLC2006

» V roce 2006 se projekt CORINE Land Cover stal součástí evropského projektu

» GMES (Global Monitoring for Environment and Security)

<http://www.gmes.info>.

» V rámci jedné části projektu – GMES Fast Track Service on Land Monitoring,

proběhne aktualizace databáze CORINE k referenčnímu roku 2006.

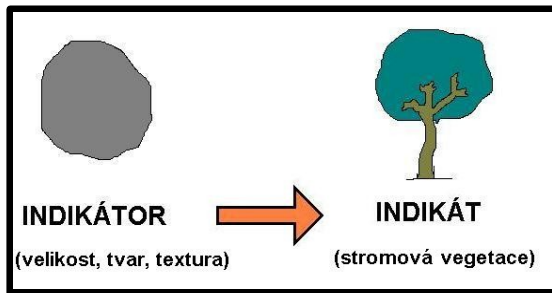
» databáze CLC2006 je od roku 2008/9 k dispozici



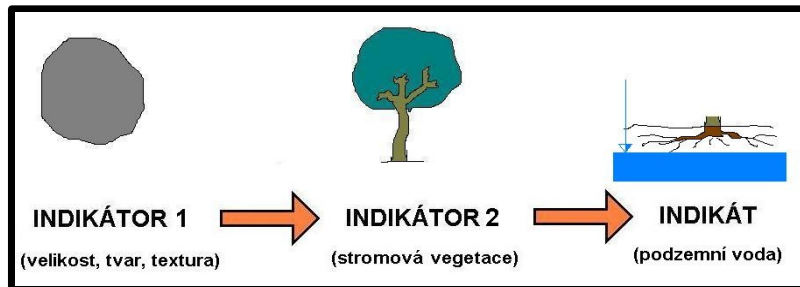
Indikační (interpretační) vazba

= uměle abstrahovaný vztah mezi znakem zjistitelným na snímku a objektem interpretace

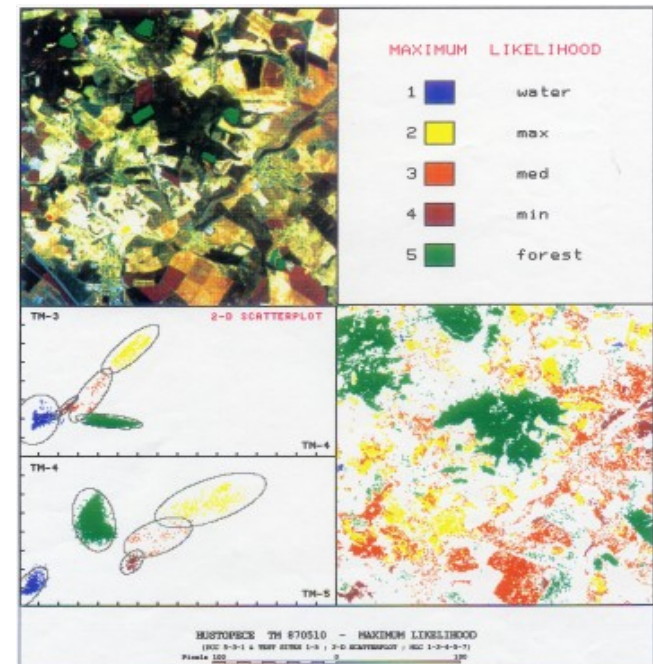
- **INDIKÁTOR** = znak zjistitelný na snímku - fyziognomický prvek či složka krajiny
- **INDIKÁT** = objekt interpretace či cíl identifikace přímo neviditelný na snímku (v tradičním vzhledu) - decipientní prvek či složka krajiny



Přímá indikační vazba



Nepřímá
indikační
vazba



čů =

Analýzy multitemporálních dat

» předpoklad: existence změny v chování či vlastnostech objektů zaznamenaná DPZ

- objekt si zachoval za sledované období téměř nezměněné spektrální charakteristiky, **změny** se týkají jenom **jeho prostorových charakteristik**
- u objektu došlo **ke změně spektrálních charakteristik**, zůstaly však zachované jeho prostorové charakteristiky, například došlo ke kvalitativní změně objektu za dané období
- **došlo ke změně spektrálních i prostorových charakteristik objektu**

Data pro multitemporální analýzu

- obrazy tvoří chronologicky uspořádanou řadu nejméně dvou členů
- obrazy jsou pořízeny analogickým snímacím zařízením
- S pravidelnou periodou přeletů a zaznamenává stejnou část zemského povrchu
- obrazy jsou pořízeny ve stejnou denní a roční dobu
- data jsou pořízena ve stejném měřítku, pod stejným úhlem záběru
- eliminovány vlivy reliéfu na radiační hodnoty objektů
- data jsou pořízena ve stejných spektrálních pásmech a se stejným radiometrickým rozlišením

Lake Michigan



24 July 1999



2 August 1999



4 August 1999



15 August 1999



17 August 1999



20 August 1999



29 August 1999



31 August 1999



2 September 1999



4 September 1999



6 September 1999



7 September 1999

pozorování nárůstu
množství fytoplanktonu na
jezeře Michigan

fytoplankton= zelená barva
na hladině

OrbView-2/SeaWiFS

24.červenec-7.září 1999

Spektrální (vegetační) indexy

- skupina poměrně jednoduchých aritmetických operací s dvěma či více pásmy
- vegetační indexy - vztah mezi odrazivostí v intervalu červené viditelné části spektra (600 – 700 nm) a v blízké infračervené části spektra (přibližně 700 – 900 nm)
- na základě znalosti spektrálního chování zvýrazní vegetační složku v obraze
 - některé vypovídají i o vlastnostech půdního substrátu
- určování kvantitativních ukazatelů, jako je množství zelené biomasy v ploše pixelu

Poměrové indexy

- dávají do vztahu jednoduchým nebo normalizovaným poměrem odrazivost povrchů v červené viditelné a blízké infračervené části spektra
- mohou významně korelovat s některými dalšími parametry vegetační složky krajiny.

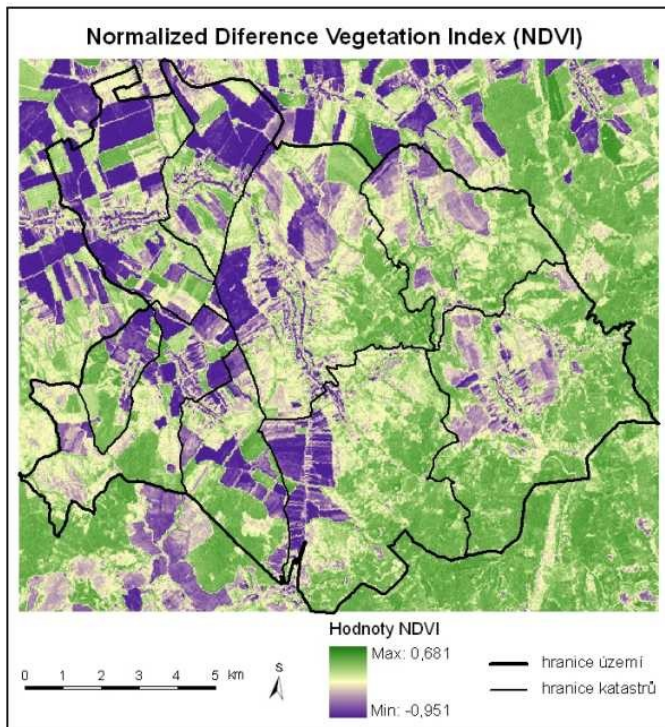
index listové pokryvnosti (leaf area index, LAI)

- kvantitativním ukazatelem celkové listové plochy
- celková plocha horní strany listů na horizontální jednotku plochy

Normalizovaný diferenční vegetační index (NDVI-Normalized Difference Vegetation)

- hodnoty v intervalu (-1, +1)
- korelují především s obsahem zelené hmoty v ploše pixelu
- odstraněno dělení nulou

$$NDVI = \frac{TM4 - TM3}{TM4 + TM3}$$



Jednoduchý poměrový vegetační index (RVI- Ratio Vegetation Index)

- rozsah hodnot od 0 do 30 ale i více
- standardní hodnoty v intervalu (2,8)
- neumožňuje odstranit dělení nulou
- zásadní vliv na hodnoty RVI - odrazivost světlých půd, která hodnoty snižuje.
- problém většiny poměrových indexů

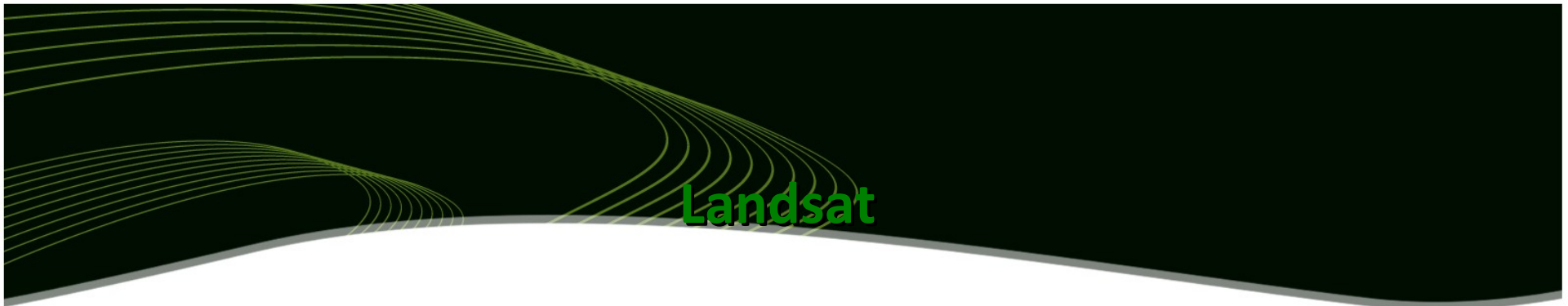
$$RVI = \frac{TM4}{TM3}$$

Transformovaný vegetační index (TVI-Transformed Vegetation Index)

úprava NDVI

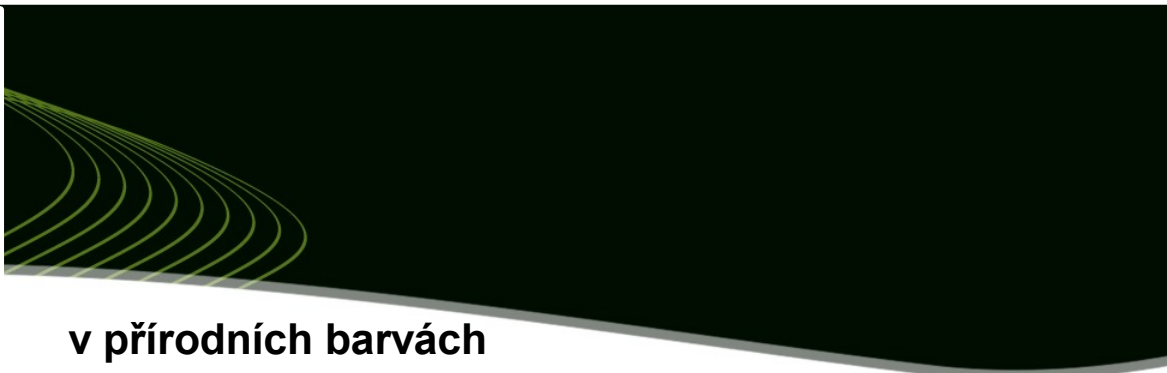
pro odstranění záporných hodnot je k NDVI přičtena konstanta 0,50 a výsledek je poté odmocněn

$$TVI = \sqrt{\frac{TM4 - TM3}{TM4 + TM3} + 0,5}$$



Landsat

- » přehled o aktuální situaci v území a o využití krajiny (stavby silnic, rozsah povrchových dolů, způsob obhospodařování půdy, lesní těžba...)
- » jedna scéna - povrch o rozměru 180 km x 180 km
- » snímky ve formě 1/4 scény – plocha 90 x 90 km v měřítku 1 :500 000
- » 7 spektrálních pásem má vlnové délky 0,45-12,5 μm .
- » velikost pixelu 30 x 30 m, vzdálené infrapásma 120 x 120m
- » dráha synchronisována se Sluncem
- » v našich zeměpisných šířkách snímkuje v 10 hodin SEC a opakovaně po 16ti dnech
- » podrobnost snímků ze senzorů TM a ETM+ ~ odpovídá zhruba polohové přesnosti map středních měřítek (1:75 000 až 1:25 000)



v přírodních barvách

» kombinace 3 spektrálních pásem senzoru ETM+, - viditelnou oblast spektra (modrá, zelená a červená barva)

» zemský povrch vykreslen v přirozených barvách - jak by byl z vesmíru vnímán lidským zrakem

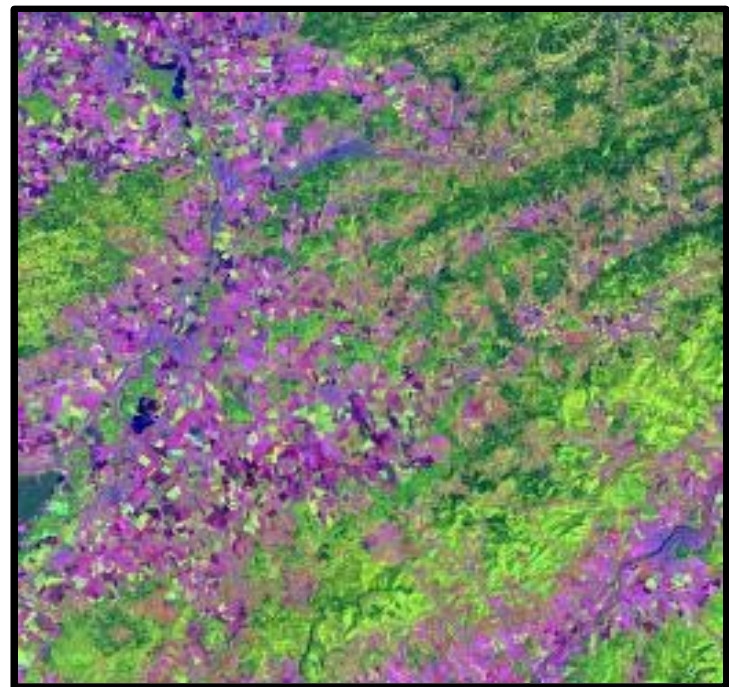
v nepravých barvách

» spektrální pásma 5 (střední IF pásmo), 4 (blízké IF pásmo), 3 (červené viditelné pásmo) senzoru ETM+

» uplatňují se informace nejen z viditelné, ale i z infračervené části spektra

» obraz poskytuje mnohem více informací o vlastnostech objektů na zemském povrchu i o povrchu samotném

- **vegetace** se v tomto podání jeví v odstínech zelené
- **holá půda a zástavba** v odstínech bílé až růžové a fialové
- **voda** v odstínech modré až černé



Vhodnost vybraných barevných syntéz z pásem TM v systému RGB pro vybrané jevy

IDENTIFIKOVANÝ JEV	TM-432	TM-321	TM-53 2	TM-543	TM-453	TM-345	TM-743
Zastavěné oblasti	1-2	6	5	2-4	1	1-2	3
Obsah sedimentů ve vodě	2	1	3	5-6	5-6	4	5-6
Sít' vodních toků	1	6	2	3-5	2	4	3
Hranice zemědělské půdy	2	6	4	3	3	5	1
Hranice vody a vegetace	2	6	5	1-3	1	4	3
Půdní poměry	1	5	6	2-3	2	2-3	4
Druhy vegetace	2	6	5	1	1	4	3
Ménší vodní plochy	4	6	5	3	3	2	1

Přizpůsobit sloupec tabulky

senzor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper)

- zdokonalená verze senzoru TM - 8 spektrálních pásem
- 6 pásem - rozlišení 30m
 - 3 z nich v oblasti viditelného záření
 - 3 v oblasti blízkého a středního infračerveného záření
- tepelné pásmo – dvojnásobné prostorovým rozlišením (60 m)
- nové pásmo (panchromatické) - rozlišení 15 m
- pokrývá území o rozloze 183 x 173 km
- výsledný obraz - vysoké barevné rozlišení, detailněji prokreslen, zvýšena jeho čitelnost

TERRA

původní označení EOS-AM – vlajková loď programu EOS (Earth Observing System)

5 přístrojů pro monitorování zemského povrchu, oceánů, atmosféry

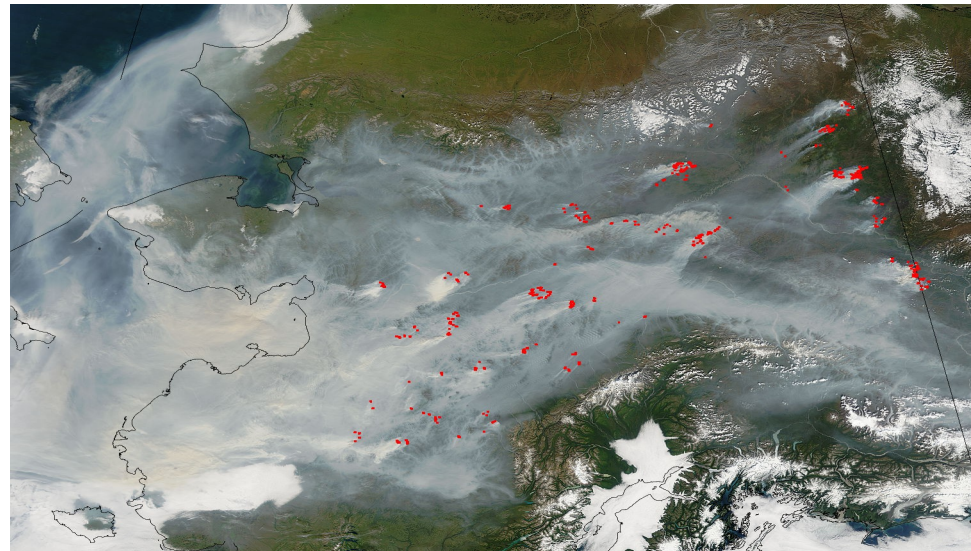
studium spektrálních radiačních a odrazových vlastností různých druhů zemského povrchu – tématické mapování, povrchová teplota, stereodvojice a DTM, mapování druhů povrchů, druhů vegetace, mapování druhů oblačnosti, ledu, polárního zalednění, monitorování přírodních katastrof (vulkány, povodně, ...)

subpolární oběžná dráha, přechází rovník v 10,30 hod místního času (minimum oblačnosti).

přístroje jsou založeny na pasivním snímání odraženého a emitovaného záření

- ASTER
- CERES
- MISR 9
- MODIS
- MOPIT

Alaska, 14.8. 2005
červená – požáry
šedá- kouřová vlečka



SPOT 5

» 3 spektrální pásma, jejichž vlnové délky jsou 0,50-0,89 μm

» pixel 20 x 20 m, v režimu panchromatickém 10 x 10m

» v našich zeměpisných šířkách snímkuje v 11 hod. SEČ a opakovaně po 26-ti dnech
– na objednávku i po 3-4 dnech

» druhová skladba lesa, rozlišení vegetačních druhů, zdravotní stav vegetace

senzor HRG - základní senzor

senzor Vegetation - mapování vývoje vegetace v regionálním až kontinentálním měřítku

- záběr 2250 km, prostorové rozlišení 1 km a spektrální pásma jako u HRG, zeměkoule během dne

senzor HRS - stereoskopické snímání

- oba snímky současně, při jednom přeletu
- nejprve nasnímáno území šikmo před družicí a vzápětí se to samé území nasnímá šikmo za družicí
- během 3 minut pořídí snímky pro tvorbu DEM o rozloze 120 x 600 km