Geografické informační systémy #6

Vstup údajů do GIS
(a jejich restrukturalizace)

Úvod

- Zdroje informací
  - GIS je obecné prostředí pro zpracování geo-informací
  - Program + data
- Získávání dat ze zdrojů geodat
  - Veřejná data, trh s daty, EU (INSPIRE, GMES)
- Fotogrammetrie, DPZ
- Restrukturalizace dat

Vstup údajů, naplňování databáze

- Nejnáročnější a nejnákladnější část práce.
- Autorská práva, obchodování s daty, státní správa, situace v USA.
- Různé zdroje údajů - mapy, výkresy, fotogrammetrické zdroje, DPZ, geodetická měření, statistické údaje, CAD...
- Vhodný pracovní postup, technická zařízení
- Co chceme zaznamenávat: geometrie, topologie, atributy

Zdroje údajů

- Dostupnost (veřejná), trh s geografickými údaji, ČÚZK, ČHMÚ, CENIA
- **Primární a sekundární zdroje.**
- Přímé a nepřímé měření – vlastní přístup.
- Zaznamenávání údajů:
  - cílem je dlouhodobé uchování naměřených/zjištěných hodnot o ...
  - analogový záznam/digitální záznam (význam pojmů), digitalizace, strukturování informace
- Digitalizace - chyby, způsoby (manuální, poloautomatický, automatický)

Zdroje údajů

- **Přímé měření** - měří se prostorové a časové fenomény pomocí vhodné škály (počet, výskyt, ...) - **měření počtu entit** nějakého rostlinného druhu v dané lokalitě, množství srážek (nádobou)
- **Nepřímé měření** - měří se prostřednictvím chemických, fyzikálních nebo biotických znaků (spíše jevy) – měření teploty přes jev roztahování rtuti ve sloupci, měření intenzity záření přes vybuzené napětí ve fotobuňce
- U měření geodat **převažují nepřímé způsoby měření**

Primární zdroje

- Primární zdroj dat je **moje vlastní měření v terénu** pro účely získání dat. Je nutná moje fyzická přítomnost a akce v dané lokalitě.
- Geodetická měření - geometrická část popisu
- Atributová část popisu - přímé zjišťování, měření, statistiky
- Vhodné pomůcky – GPS, zápisníky
- **Fotogram**metrie - klasický zdroj údajů pro mapování. Obecněji: **DPZ** - rozsáhlá území.

Sekundární zdroje

- Sekundární zdroje jsou znovupoužitím již existujících geodat.
- kartografické zdroje, vznikly primárně měřením
- mapa je ovlivněna účelem, pro který vznikla
- primární zdroje se zdají vhodnější. V praxi bývají naopak zdrojem vstupů již existující mapy

Sekundární zdroje – související faktory

- přesnost map, měřítko. Snímací zařízení musí být přesné (tisk map má taky svoje rozlišení a chyby)
- jemné detaily (tloušťka čar pod 0.1 mm)
- množství barev
- zobrazované území je rozděleno do mapových listů - skládání
- **mapy nejsou primárně určené pro skenování**
- Digitalizace katastru

Sekundární zdroje

- S ohledem na tradice lokality
  - velká území s řídkým obydlením (Kanada) dají přednost DPZ (navíc jsou vždy aktuální).
  - země s bohatou tradicí kartografie spíš vychází z vytvořeného fondu map.
- Vstup údajů - kroky:
  - vstup geometrie
  - vstup topologie
  - vstup atributů

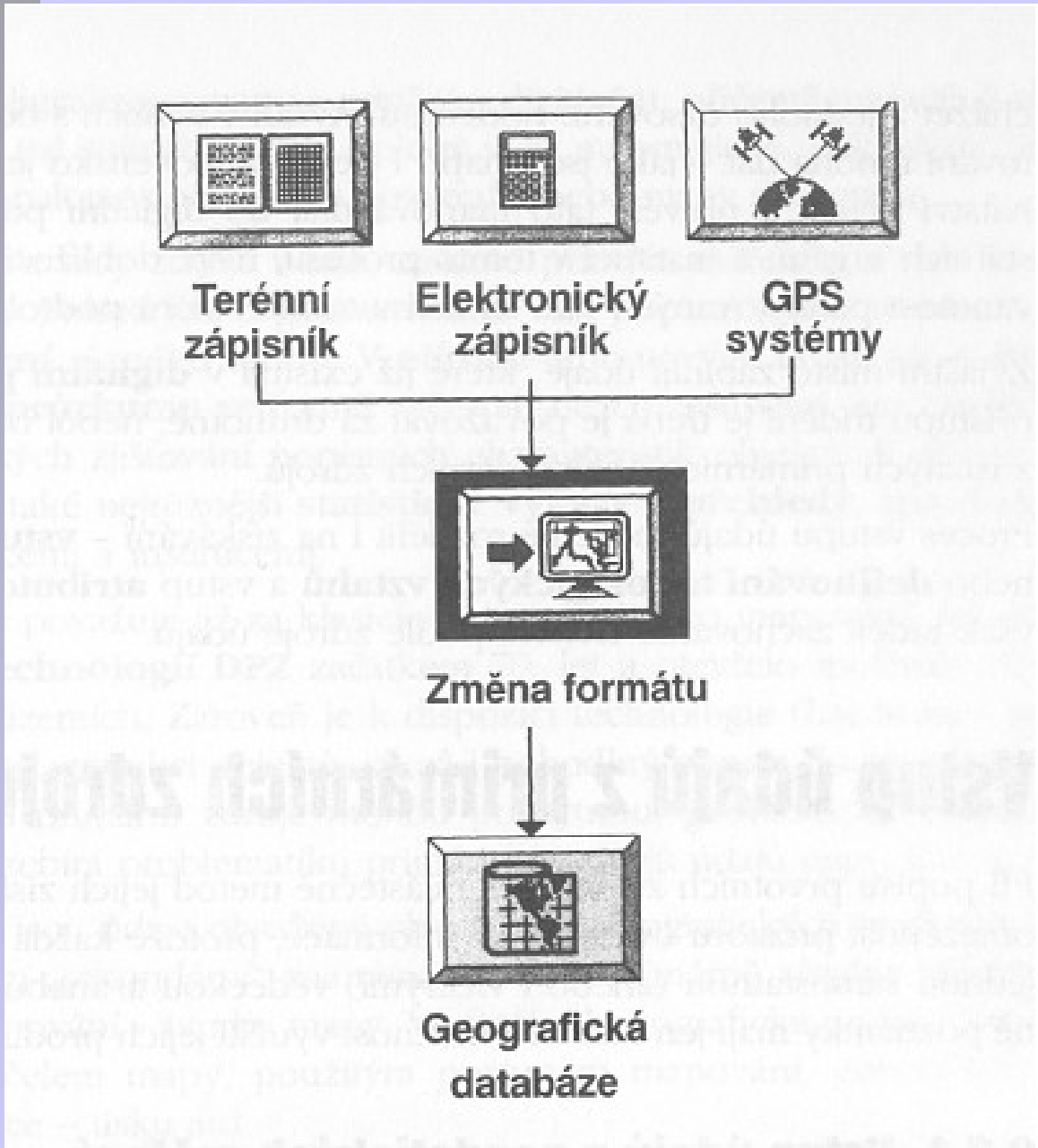
Vstup údajů z primárních zdrojů

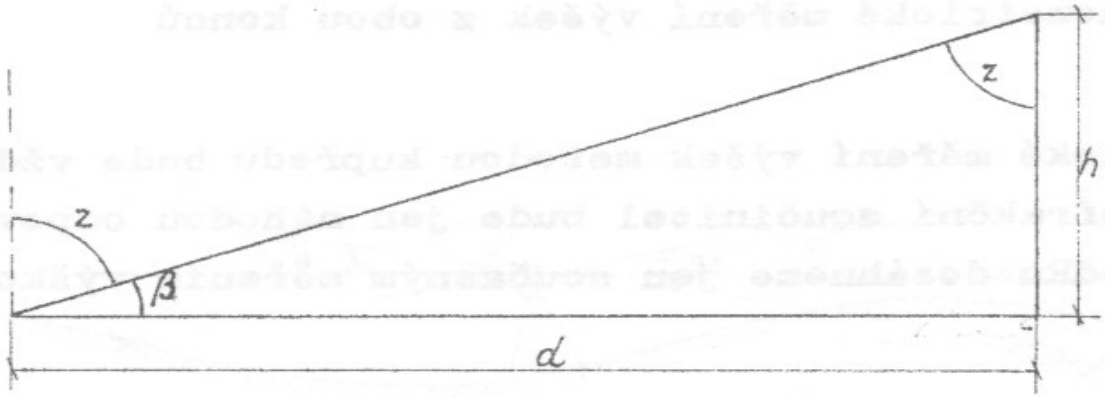
- ...z geodetických měření
- Průzkum v terénu
- Geodetický zápisník, pak digitalizace
- Elektronická zařízení, vysoká přesnost
- CAD podpora - MicroGEO, Geo (nádstavby MicroStation, Bentley systems)
- COGO (Coordinate Geometry Systems) – podpora průzkumů (survay) – ArcGIS Survay Analyst
- **Pochopitelné je uplatnění GPS**

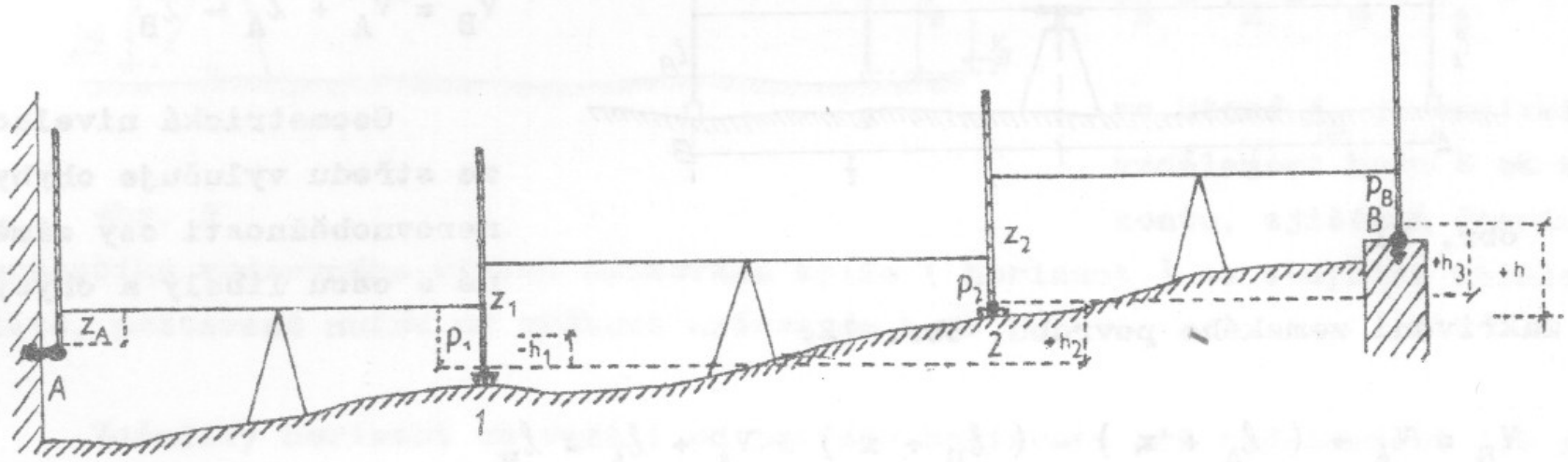
Praktická geodetická měření

- Geometrický plán:
  - zaměření v terénu → zápis do katastru
  - katastrální GP → vytyčení v terénu
- Nivelační měření v terénu
  - nepravidelné bodové pole
  - DMT

Vstup údajů z primárních zdrojů




z
z
β
h
d


A
z_A
z_1
p_1
h_1
1
z_2
p_2
2
h_2
p_B
B
h_3
h

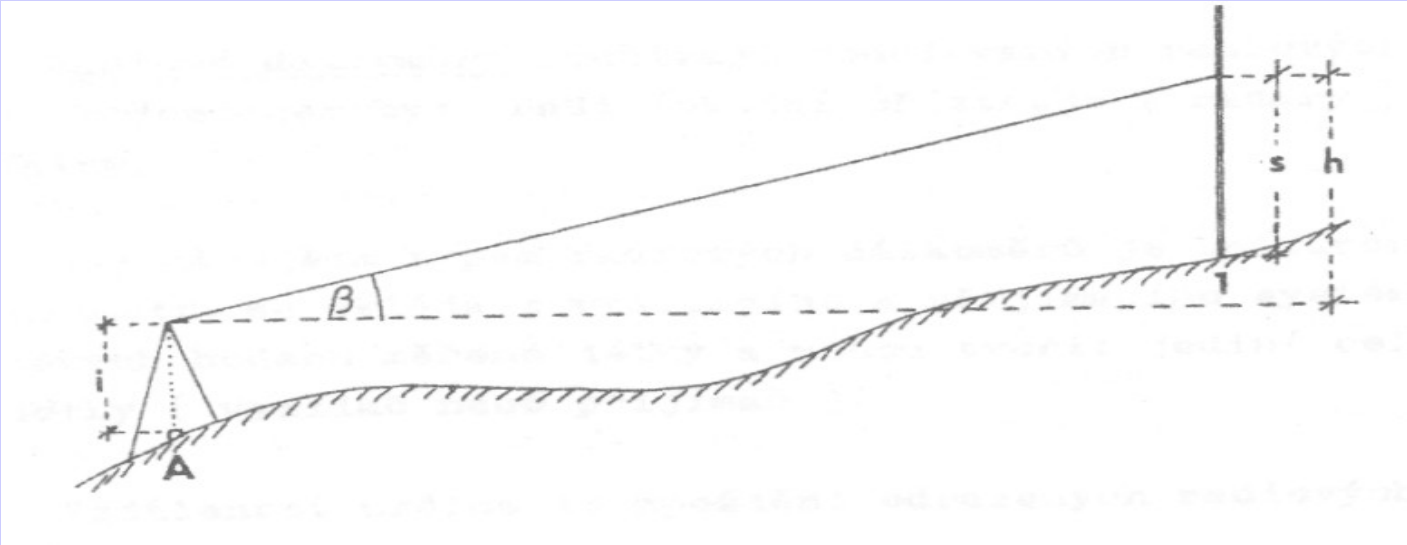
Trigonometrické měření výšek metodou kupředu

- Výškový rozdíl *h* počítáme z výrazu:

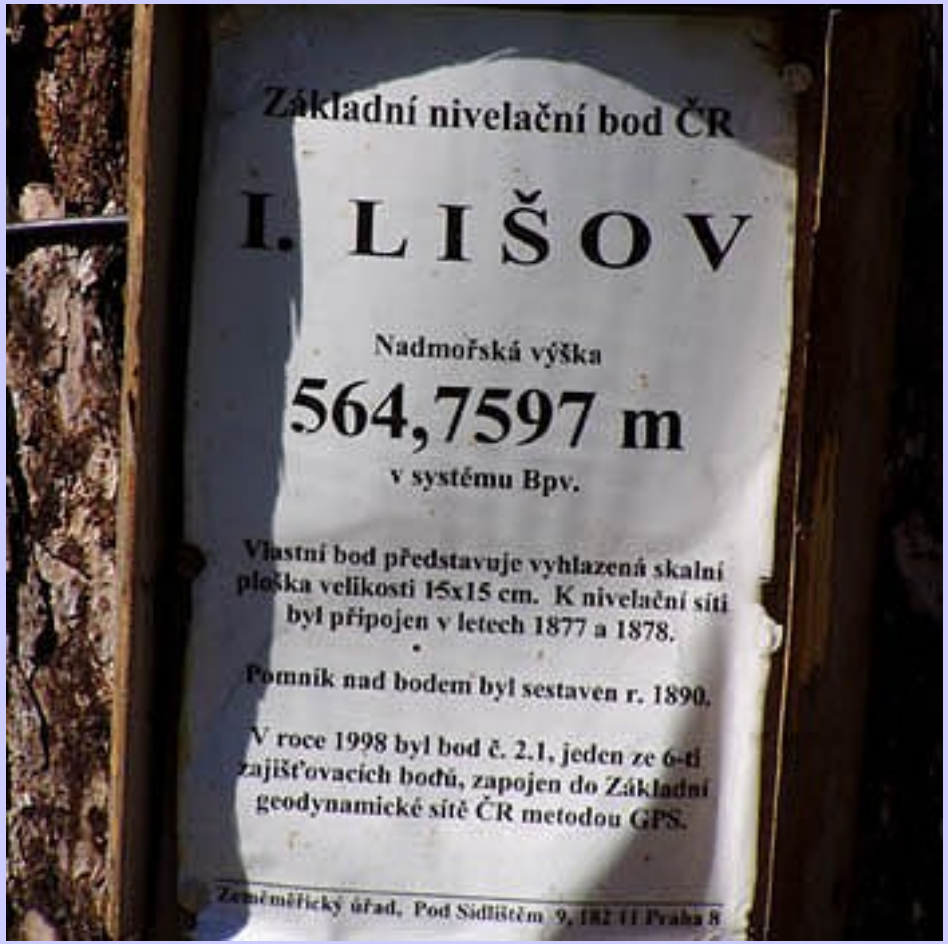
  $h = d \,.\, \mathrm{tg}\, \beta$ nebo $h = d \,.\, \mathrm{cotg}\, z$

- Výšku bodu B pak spočteme:

  $V_B = V_A + i + h - s$

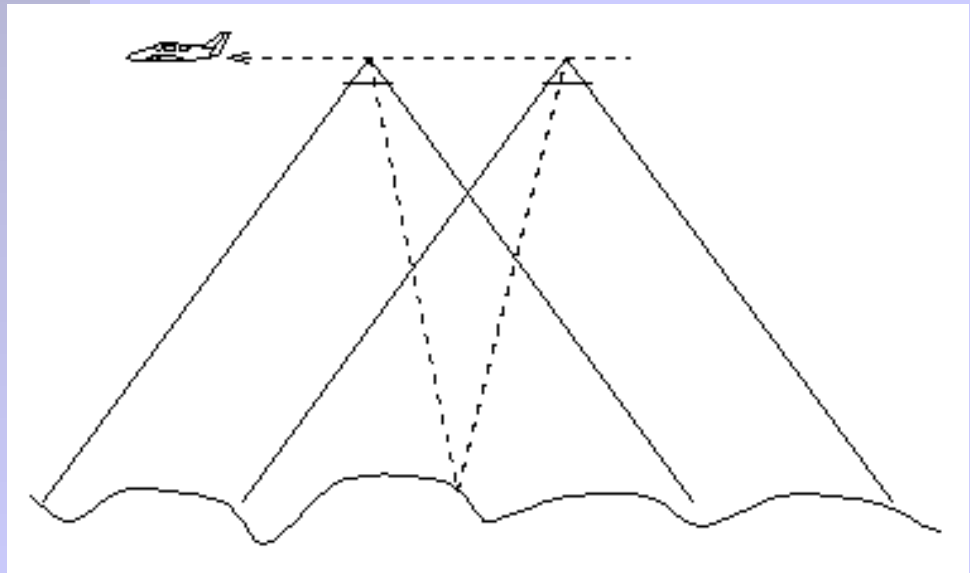


LOCUS PERENNIS
diligentissime cum libella libratione
quae est in Austria et Hungaria con-
fecta cum mensura graduum me-
ridionalium et parallelorum totam
Europam versant erectum
MDCCCLXXXIX.


Základní nivelační bod ČR
I. LIŠOV
Nadmořská výška
564,7597 m
v systému Bpv.
Vlastní bod představuje vyhlazená skalní
ploška velikosti 15x15 cm. K nivelační síti
byl připojen v letech 1877 a 1878.
Pomník nad bodem byl sestaven r. 1890.
V roce 1998 byl bod č. 2.1, jeden ze 6-ti
zajišťovacích bodů, zapojen do Základní
geodynamické sítě ČR metodou GPS.
Zeměměřický úřad, Pod Sídlištěm 9, 182 11 Praha 8

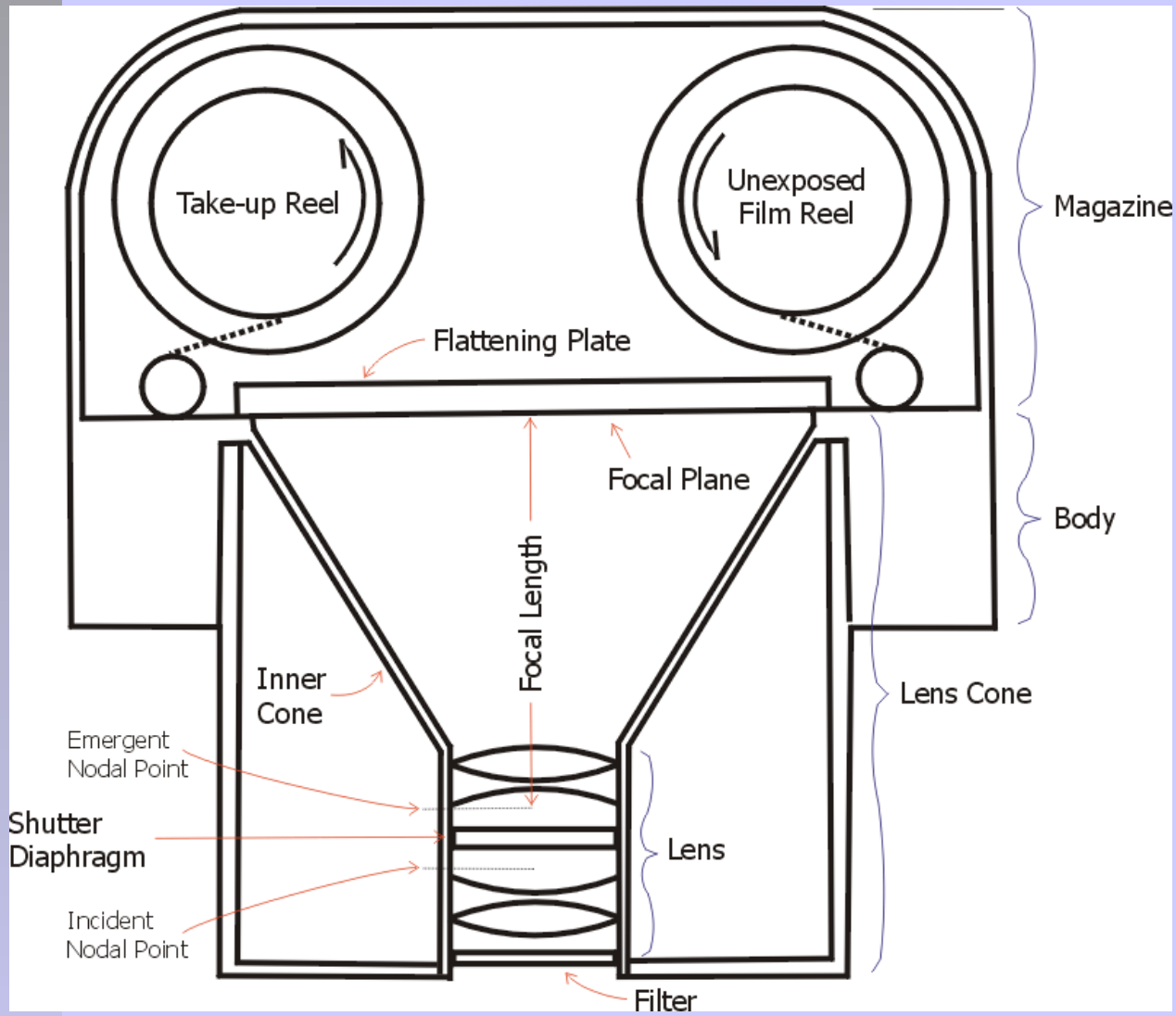
Fotogrammetrie

- Fotogrammetrie je obor a věda, která se zabývá rekonstrukcí tvaru, velikosti a polohy předmětů zobrazených na fotogrammetrických snímcích (základem je snímek). Různé přístupy k pořízení snímku.
- Primární zdroj, nepřímá metoda



Ortofoto (Ortho-photo)

- asi nejvýznamnější produkt digitální fotogrammetrie
- snímek, který umožňuje měření (polohy, vzdáleností, úhlů)
- obvyklý podklad pro vypracovávání rastrových a vektorových mapových děl
- vytváření přesného DMT


Take-up Reel
Unexposed Film Reel
Magazine
Flattening Plate
Focal Plane
Body
Focal Length
Inner Cone
Lens Cone
Emergent Nodal Point
Shutter Diaphragm
Lens
Incident Nodal Point
Filter

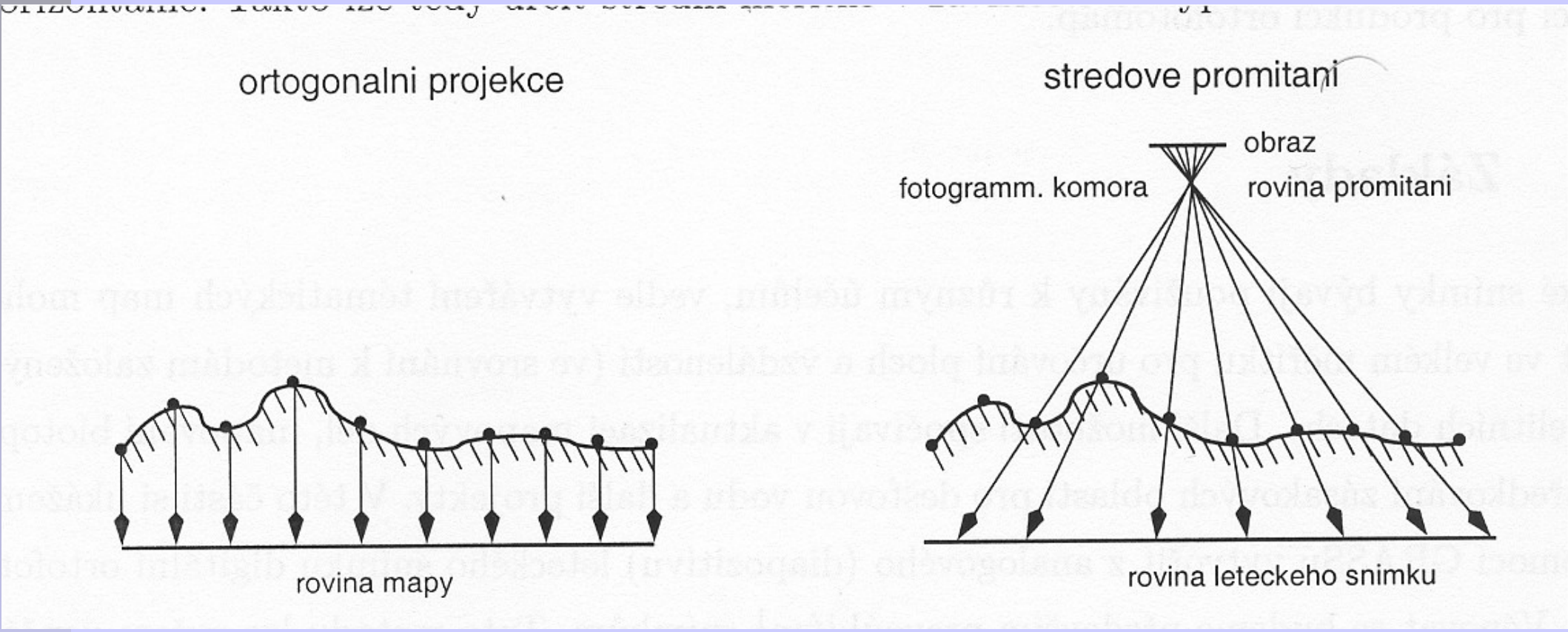
Fotogrammetrie

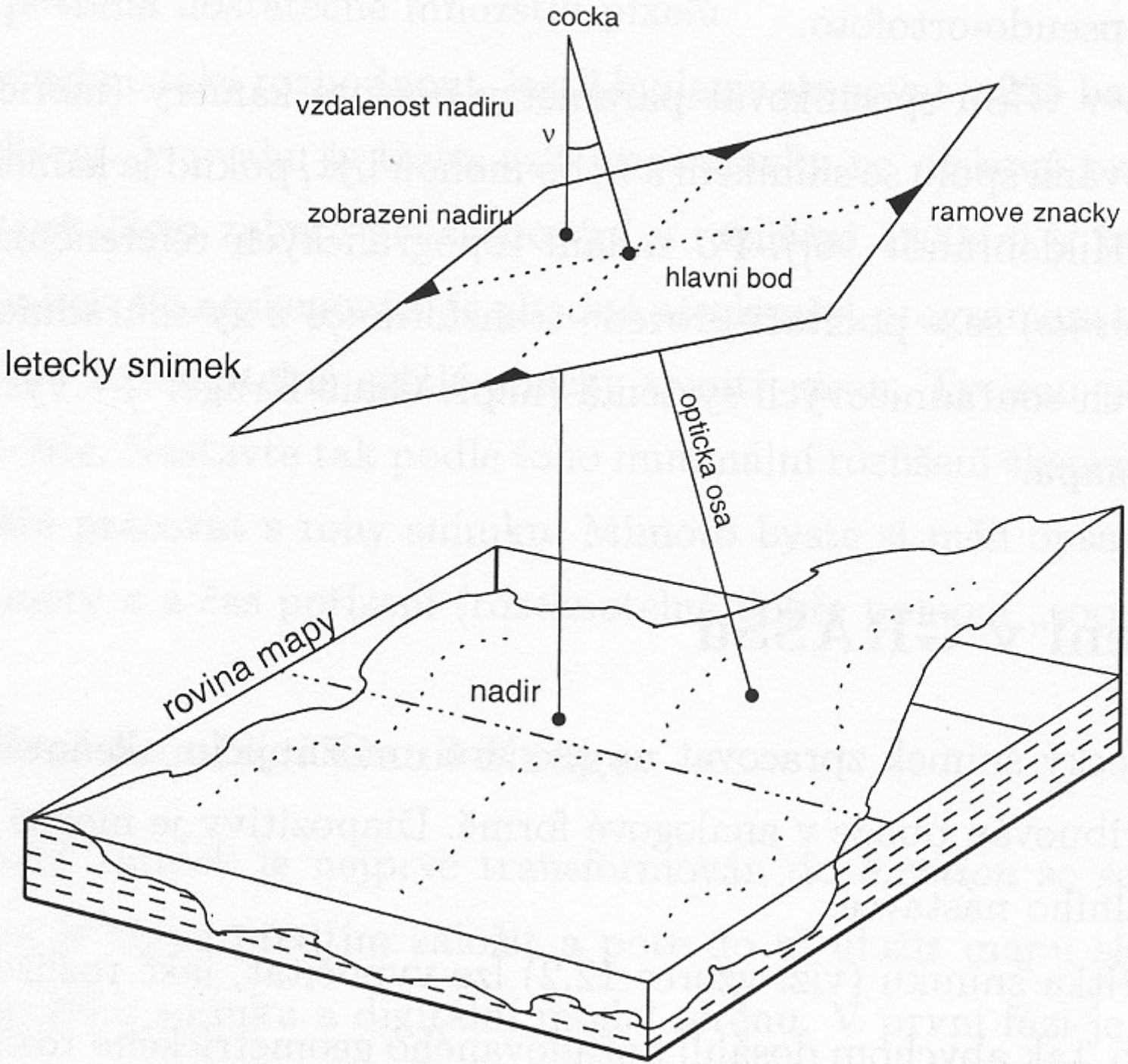
- předpoklad - úhel pohledu je nulový (osa objektivu míří "kolmo dolů")
- středová projekce snímku - transformace - ortogonální projekce
- podstatné - měření neprobíhá v terénu, ale na pořízeném snímku (podobně DPZ)
- fotointerpretace - průzkum snímku, popis předmětů na snímku

Fotogrammetrie - rozdělení

- podle polohy kamery - pozemní a letecká
- podle vyhotovené - jednosnímková, dvojsnímková (snímková dvojice, prostorový model)
- podle výstupu - analytická, analogová, digitální
- digitální (digitální pořízení obrazu) - zřejmě trend

Promítání


ortogonalni projekce
rovina mapy
stredove promitani
obraz
fotogramm. komora
rovina promitani
rovina leteckeho snimku

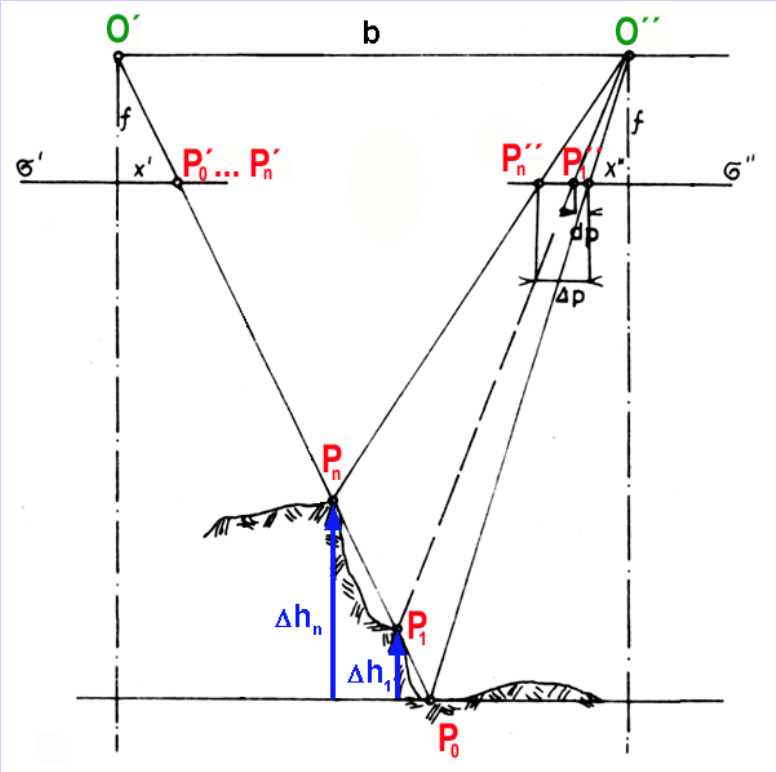

cocka
vzdalenost nadiru
ν
zobrazeni nadiru
ramove znacky
hlavni bod
letecky snimek
opticka osa
rovina mapy
nadir

Popis snímku

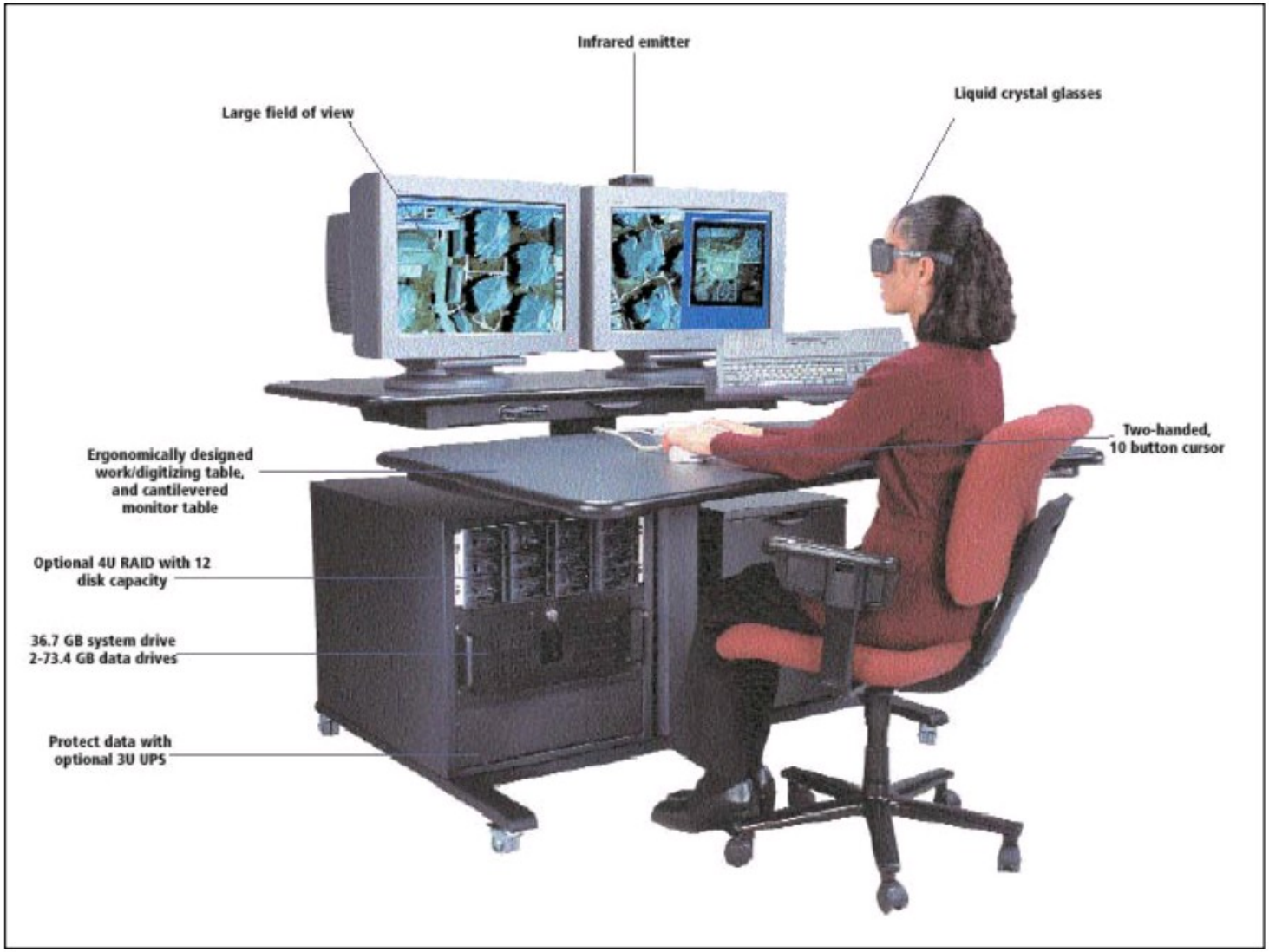
- Nadir - bod na zemském povrchu, který je pod pozorovatelem
- Je-li povrch území "hladký", tak může být obraz přímo použit pro odečet vzdáleností a ploch.
- U členitého povrchu musí platit: výškové rozdíly nesmí být větší než měřítko snímku děleno 500
  - mějme 1:10 000, pak maximální rozdíl výšek musí být 20m. Jinak se musí transformovat na ortofotomapu (specializované nástroje).
  - Jinak je nutno použít DEM na korekce tvaru terénu

Úpravy

- Stereoskopie - dva snímky, každé oko sleduje jeden z nich. Vzniká prostorový dojem.
- sjednocení osvětlení na celé ploše snímku
- korekce deformací
-
- Stereo Analyst
- i.ortho.photo



Aplikace Místa System
skripta_FTM
Soubor Upravit Zobrazit Jít Nápověda
Předchozí Následující 15 z 16 200%



obr.11 Vyhodnocovací pracoviště firmy ERDAS – fotogrammetrická stanice ERDAS Imaging

Podobné řešení nabízí firma Z/I Imaging. Základem je promyšlené hardwarové

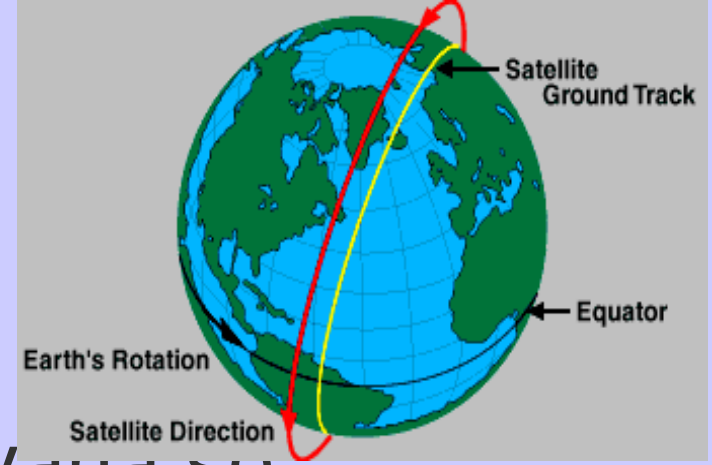
DPZ – Dálkový průzkum Země

- Každé získávání informací o objektu zkoumáním z dálky.
- **Remote Sensing**
- Podle ISPRS - DPZ je umění, věda a technologie na získávání spolehlivých informací o fyzikálních objektech a jejich okolí pomocí záznamu, měření a interpretace snímků a digitálních záznamů, které se získávají pomocí nekontaktních snímacích systémů.

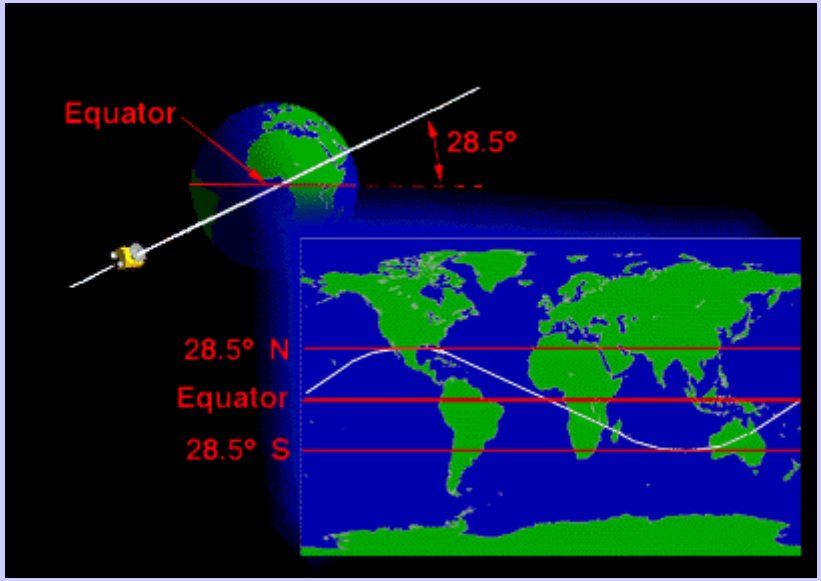
DPZ

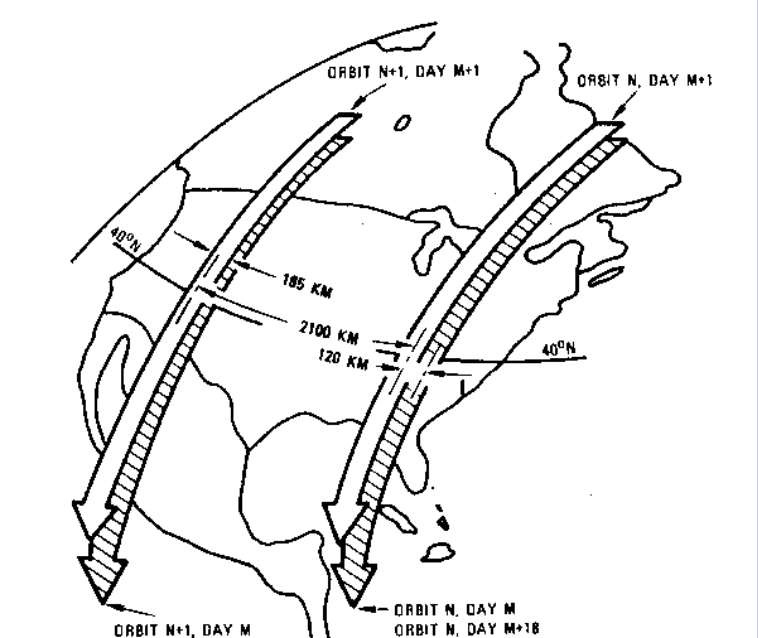
- Podle zdroje (snímacího) záření:
  - **pasivní systémy** - zdroj záření je přirozený (Slunce)
  - **aktivní systémy** - vlastní zdroj záření (vysílají ho k Zemi a snímají odraz)
  - spektrum záření, odrazivost různých povrchů
- Počátky DPZ sahají k roku 1967 - systém Landsat (NASA).
- 1978 - začátek projektu SPOT (Francie, Švédsko, Belgie). 1986 start prvního nosiče.
- Orbita. 705 km Landsat, 832 km SPOT. Landsat přelétá nad námi v 9:00, SPOT kolem desáté.

Orbity



- Polární orbitální dráha
- Sun-synchronous – synchronizovaná se Sluncem
- Geo-synchronní – doba oběhu Země je 24h
- Geo-stacionární – v rovině rovníku





DPZ

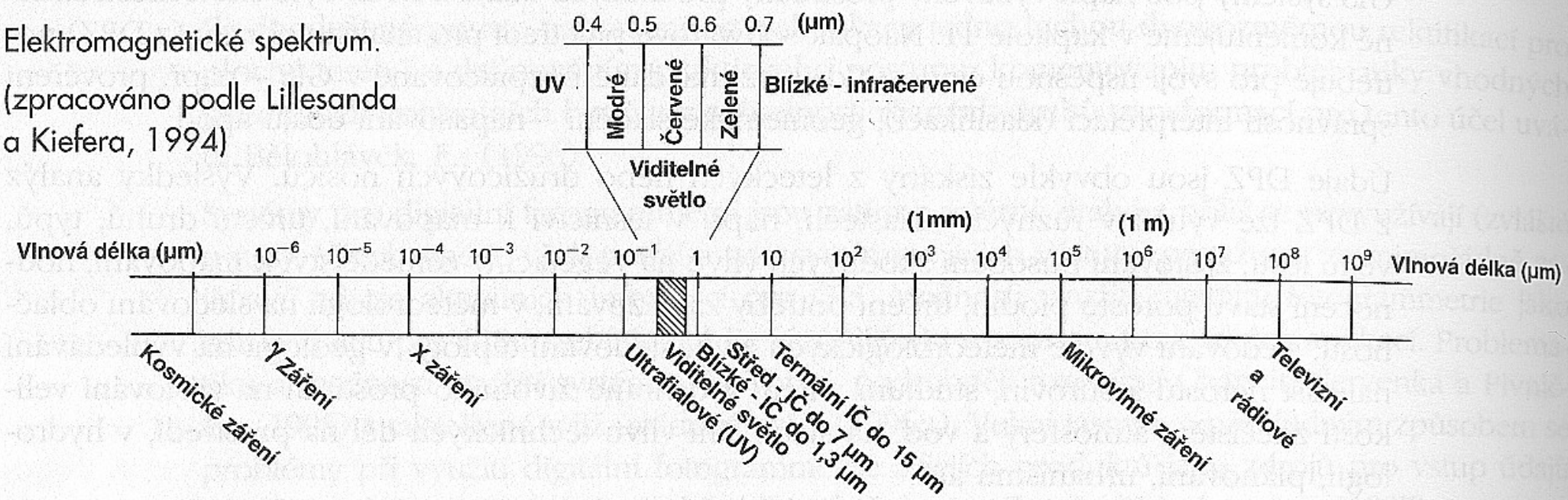
- Landsat - 25x25m, 10x10m. SPOT 20x20m
- rozlišení je ovlivněno stylem snímání (kanály, barvy)
- výsledné snímky jsou v UTM, pak převod do lokálních souřadnic
- grass: načte se do x-y location, úpravy, přesun do jiné location (i.in.erdas, r.in.gdal)
- další informace v manuálu GRASS. Cvičení

DPZ - spektrum

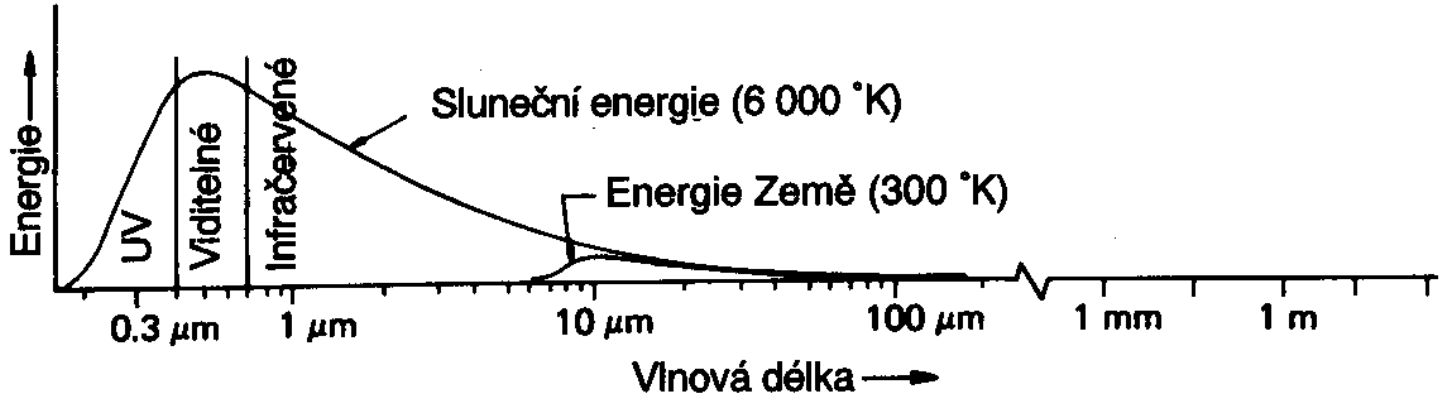
Obr. 9.2.

Elektromagnetické spektrum.

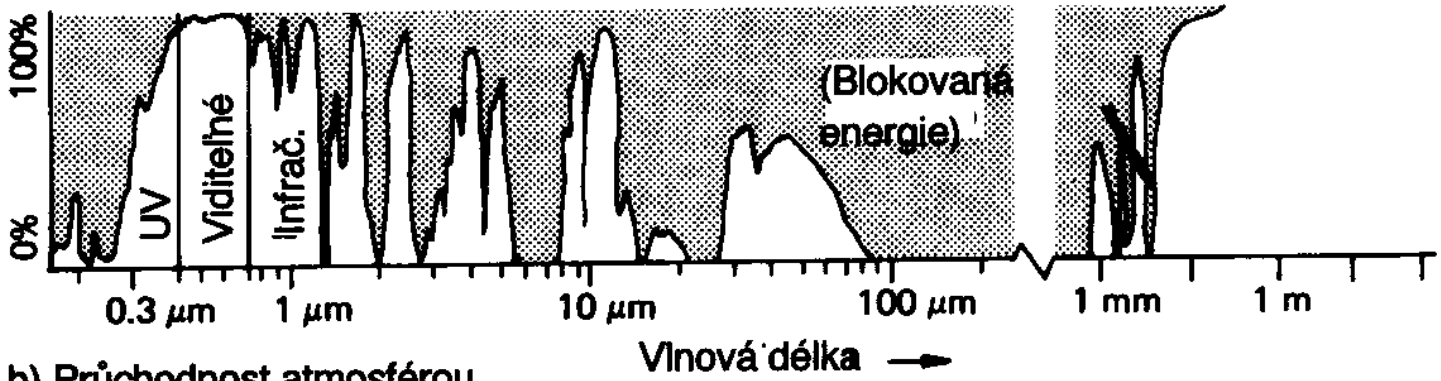
(zpracováno podle Lillesanda a Kiefera, 1994)



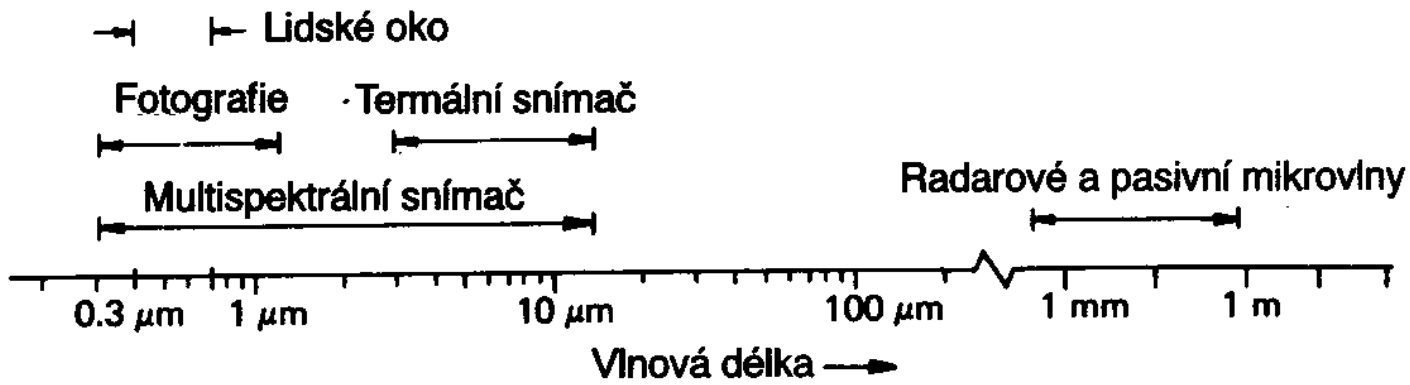
DPZ - spektrum



a) Zdroje energie

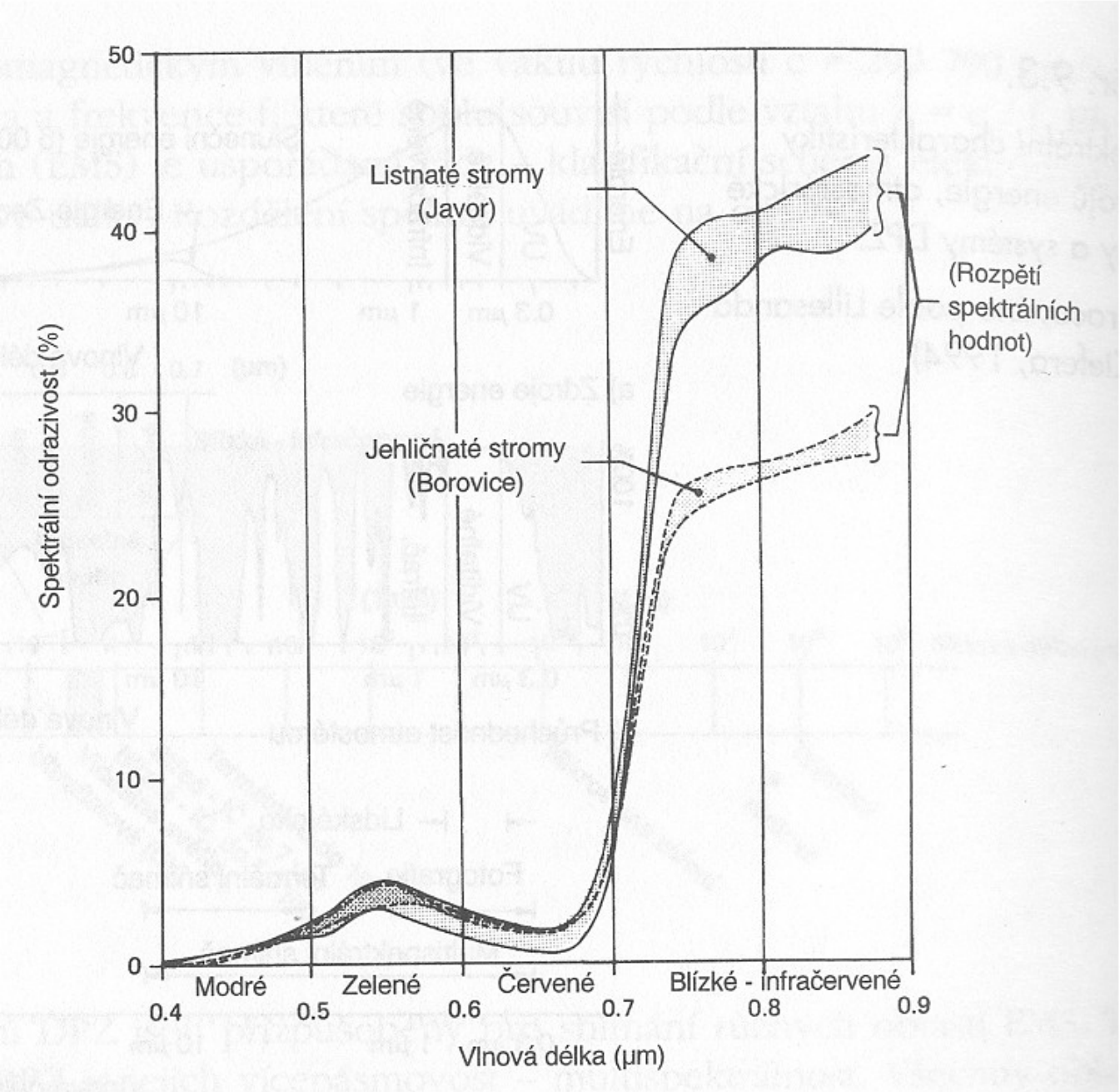


b) Průchodnost atmosférou

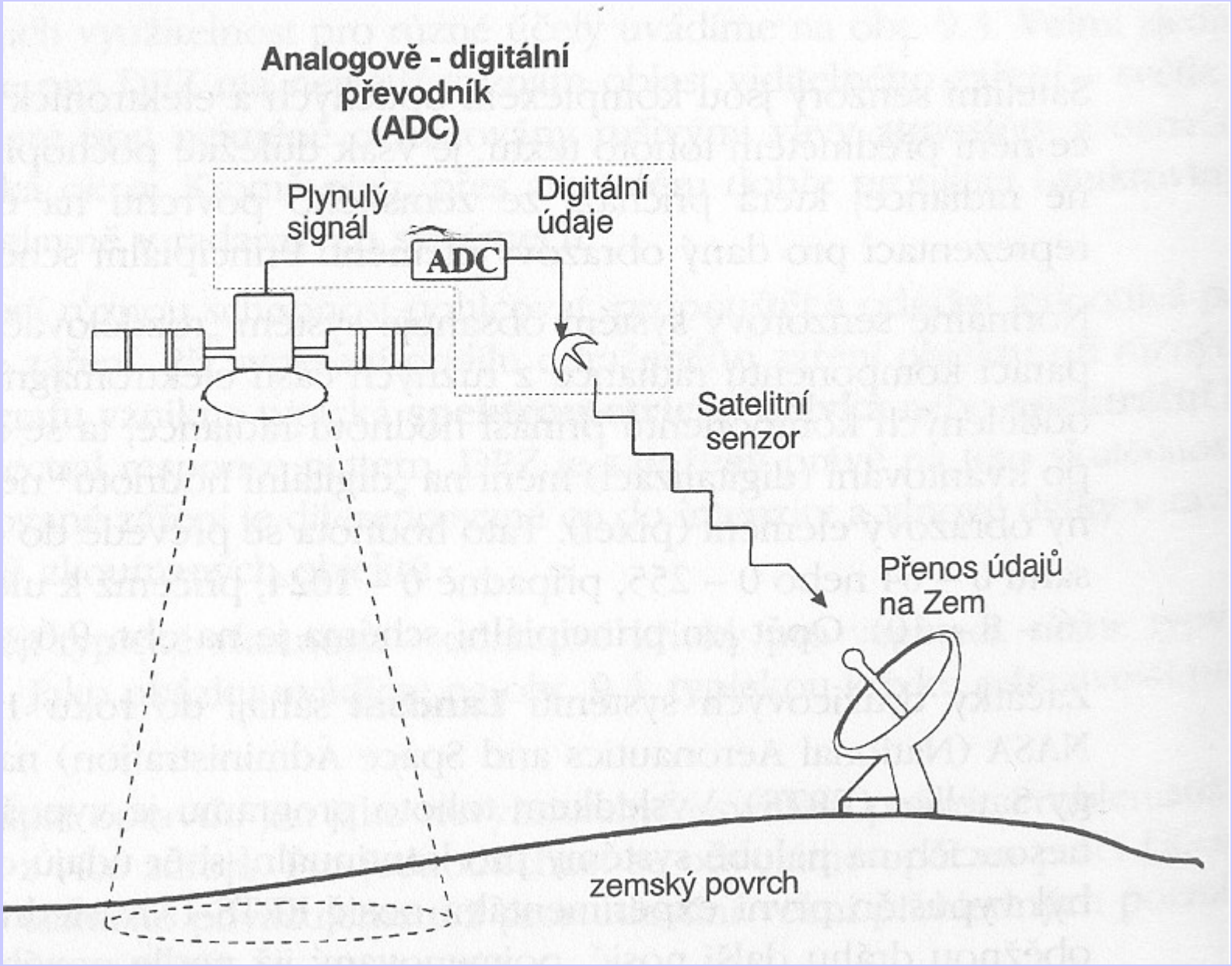


c) Běžné systémy DPZ

Spe. křivka odrazivosti



DPZ - schéma systému



Data ze satelitních snímačů

- Fotografie povrchu – pro účely mapování, rozpoznávání. “Spy” satelity
- Snímky v jiných částech spektra (Landsat TM)
  - Termální, zkoumání stavu atmosféry
  - Marine geography – teplota, vegetace
  - Správa krajiny – lesnictví
  -
- Výškoměry – radarové, laserové (lidar) – DEM
- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), Gtopo 30
- terragear

Aplikace

- Zkoumání velkých oblastí
- Změny v čase
- Vegetační index (Landsat TM, infra, červené viditelné)
  - NDVI = (TM4-TM3)/(TM4+TM3)
- Klasifikace dat z DPZ
  - jednotlivým obrazovým prvkům je přiřazován obrazový význam
  - Corine Land Cover

ESA

- European Space Agency
- Česká kosmická kancelář
- GMES – globální monitoring životního prostředí

Landsat, SRTM, GRASS-nviz

Vstup ze sekundárních zdrojů

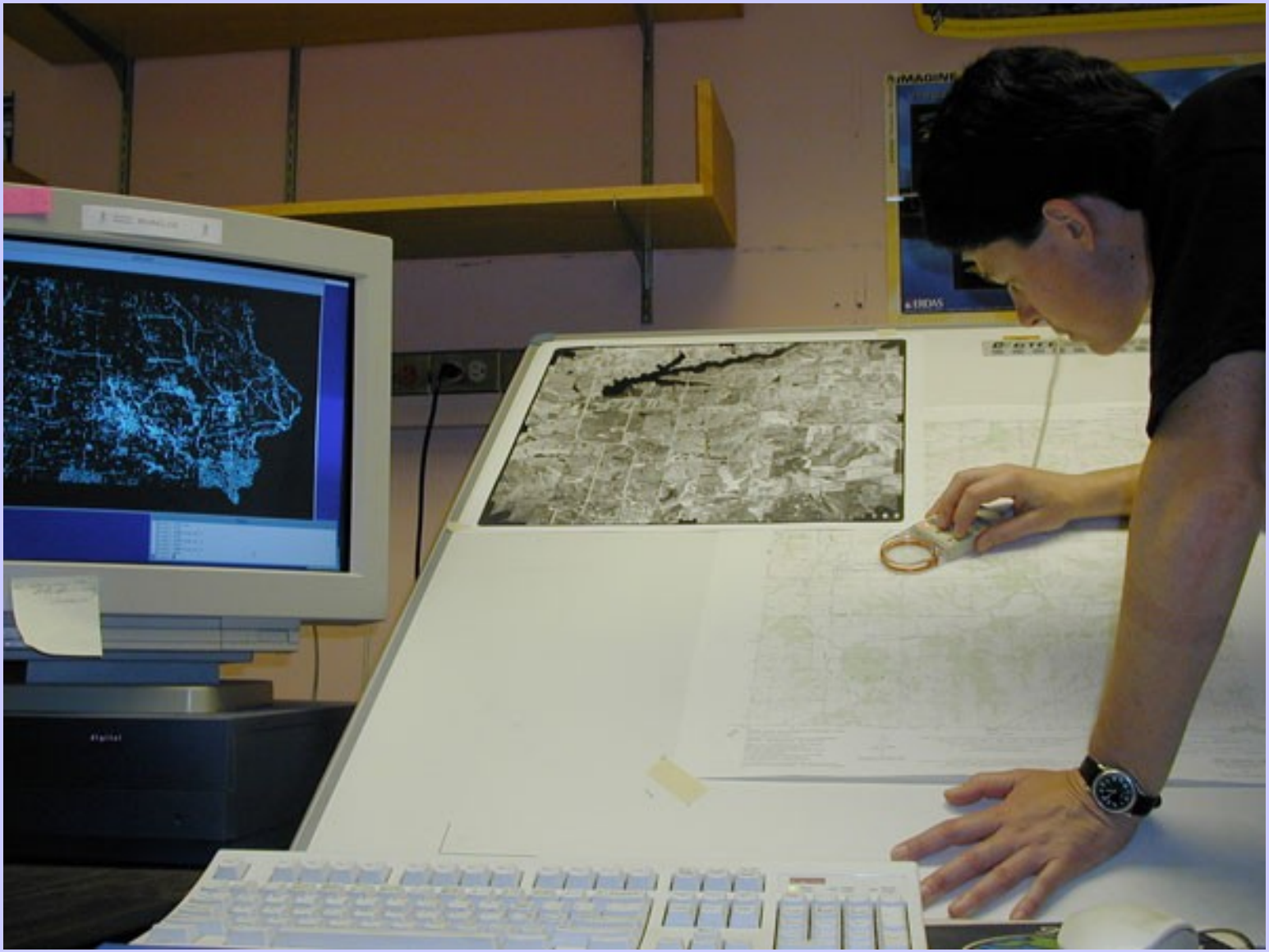
http://www.cuzk.cz/

- Manuální vstup přes klávesnici:
  - rozhodně ne pro prostorové údaje
  - vektory - změření souřadnic na zdroji, přepočtení, ruční zápis do DB
  - rastry - vypisování všech (atributových) hodnot buněk
  - lze ovšem připustit ruční zadávání atributových údajů pro vektory (existují OCR pro mapy)
- ZABAGED - Základní báze geografických dat České republiky

Digitalizace

- nejčastěji používaný způsob pro vstup prostorových údajů
- tablet (digitizér) - zařízení na snímání souřadnic - různě velká pracovní plocha, rozlišovací schopnost
- (později vektorizace na obrazovce)
- výhody – kontrola nad celým procesem
- nevýhody – pracné

Práce s tabletem – sběr tématických dat



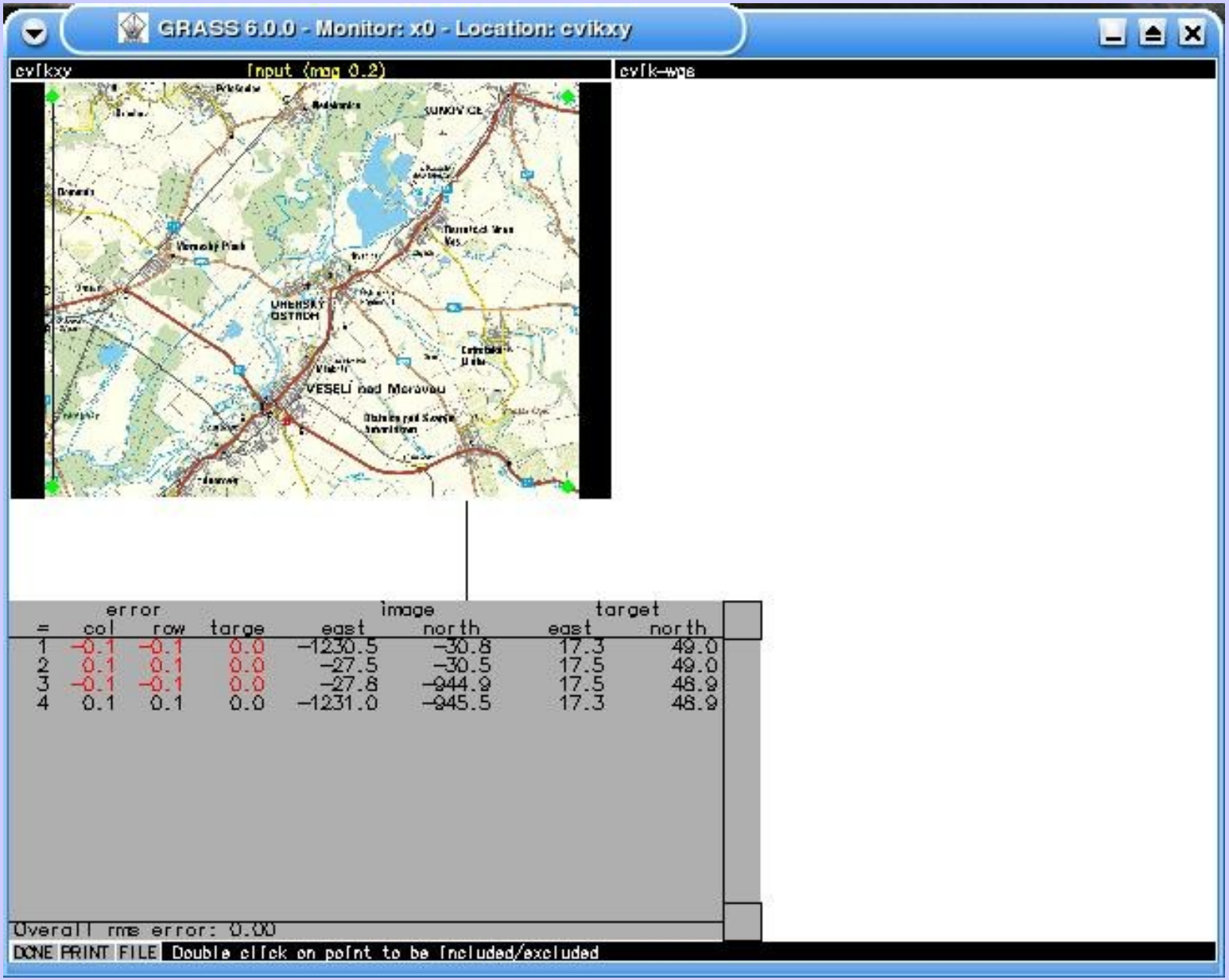
Postup digitalizace

- definování pracovní oblasti - zadání souřadnic okrajů mapy (boundary)
- zadání polohy kontrolních bodů (tics) - referenční body na mapě. Použití při srovnání více vrstev,
- transformaci souřadnicového systému digitizéru na souřadnicový systém mapy. Registrace mapy
- vlastní editace objektů
- editace chyb

Postup digitalizace

- Kontrolní body - alespoň 4. Zadají se do mapy, slouží pro posouzení chyby snímání digitizérem. Například
- značky na okrajích mapy.
- Průměrná kvadratická odchylka:
- RMSerror = sqrt((e1^2+e2^2+e3^2+... +en^2)/n)
-
- (dale k chybe)

i.rectify


GRASS 6.0.0 - Monitor: x0 - Location: cvikxy
cvikxy
Input (map 0.2)
cvik-wgs
UHERSKÝ OSTROH
VESELÍ nad Moravou
error
image
target
= col row targe east north east north
1 -0.1 -0.1 0.0 -1230.5 -30.8 17.3 49.0
2 0.1 0.1 0.0 -27.5 -30.5 17.5 49.0
3 -0.1 -0.1 0.0 -27.8 -944.9 17.5 48.9
4 0.1 0.1 0.0 -1231.0 -945.5 17.3 48.9
Overall rms error: 0.00
DONE PRINT FILE Double click on point to be included/excluded

Vstup obrázku do GISu

- Obrázek se má stát mapou – nutno georeferencovat, geokoordinovat, rektifikovat
- Vlícovací (referenční) body
- Nástroj pro mapovou projekci
- Digitalizace na obrazovce

Georeferencování v GRASSu

- Založení XY lokace
- r.in.gdal – GDAL knihovna, rastry
- i.group – definice předmětu georef.
- i.target – definice cíle transformace
- i.points – editace vlícovacích bodů
- i.rectify – spuštění transformace
- Vrstvy jsou projektovány do cílové lokace

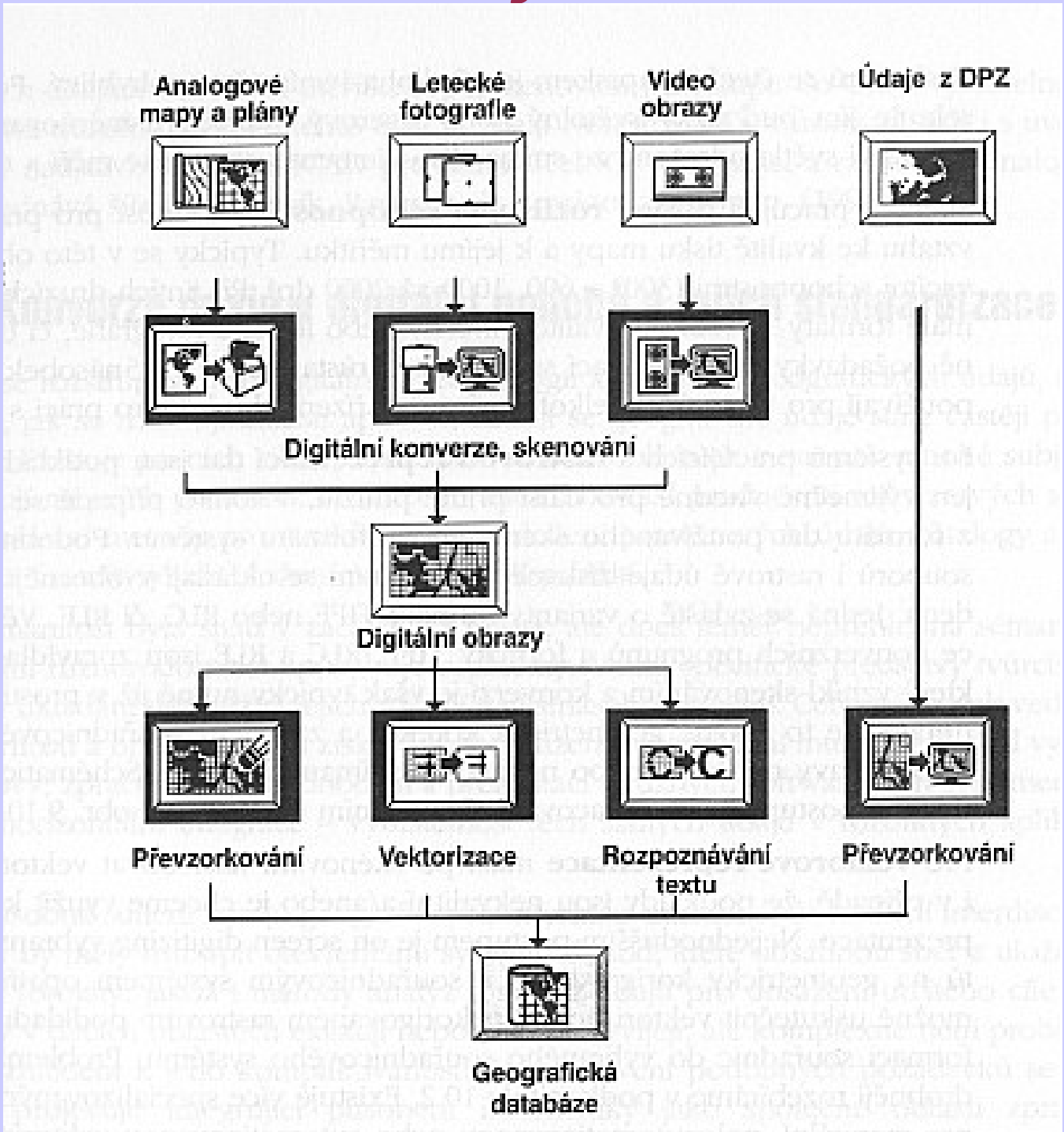
Vlastní digitalizace

- Zjišťujeme polohu bodů. Definujeme linie a plochy.
- Náročná práce. Způsobuje chyby:
  - nespojení čar v lomových bodech nebo průsečích
  - nedotahy a přetahy čar
  - vynechání bodů nebo čar
  - vícenásobné zaznamenání
  - nesprávné označení
  - nesprávné umístění objektu nebo jeho části
- Editovací programy poskytují funkce: zooming, mazání, spojení čar, přemisťování objektů...
- Obvykle to jsou specializované moduly GIS systémů - ArcGIS (ADS - arc digittizing system)

Digitalizace rastrů

- Po digitalizaci následuje tzv. rasterizace.
- Jedná se o překrytí prázdného rastrového souboru vektorovým. Rastrový soubor už má předem definované rozměry, rozlišení.
- Převod vektorů na rastry bude následovat (části vektorů).

Zdroje dat


Analogové mapy a plány
Letecké fotografie
Video obrazy
Údaje z DPZ
Digitální konverze, skenování
Digitální obrazy
Převzorkování
Vektorizace
Rozpoznávání textu
Převzorkování
Geografická databáze

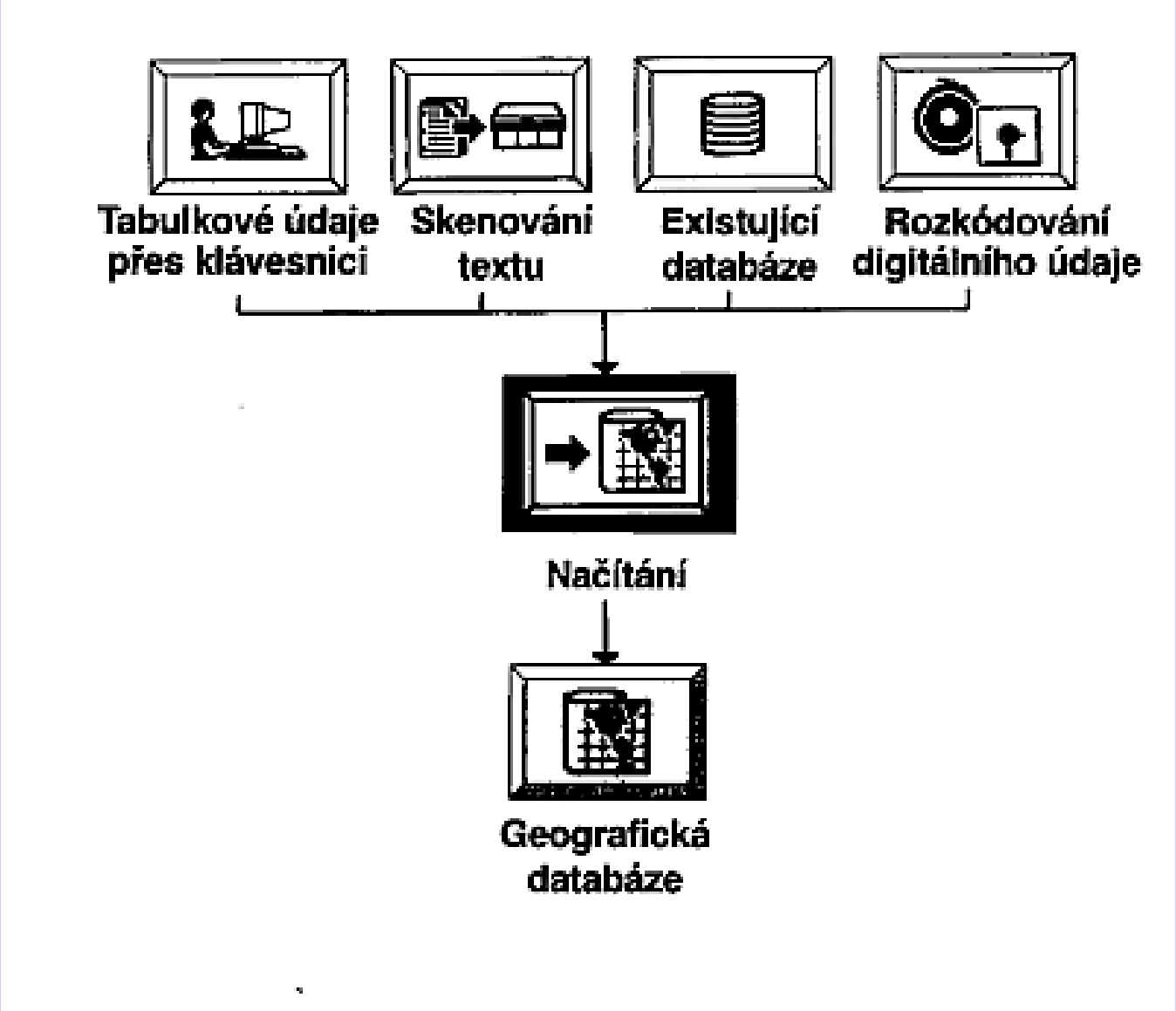
Digitalizace na obrazovce

- Moderní přístup (nevyžaduje spec. zařízení).
- máme digitalizovaná data (mapy, zdroje z DPZ)
- přemístíme je do GIS systému
- na obrazovce do nich zakreslujeme vektory
- současně se plní DB atributy
- bude na jednom lab. cvičení
- kromě čistě manuálních postupů existují algoritmy poloautomatického převodu (výsledky závisí na kvalitě předlohy)
- Standardizace dat.

Budování topologie, vstup atributů

- Topologie - racionální vybudování reprezentace složitějších objektů.
- topologických vztahů není omezeně
- souvisí s uložením dat, analýzou
- topologie mezi vrstvami - města a silnice
-
- Atributy - importy z databází, ruční zadávání
-
- Získávání geodat je velký a drahý problém.

Zdroje dat, atributy



WMS – Web Map Services

- Specifikace dle OGC – Open Geospatial Consortium
- WMS služby, servery
- Lze připojit přes ArcCatalog
- ArcIMS servery

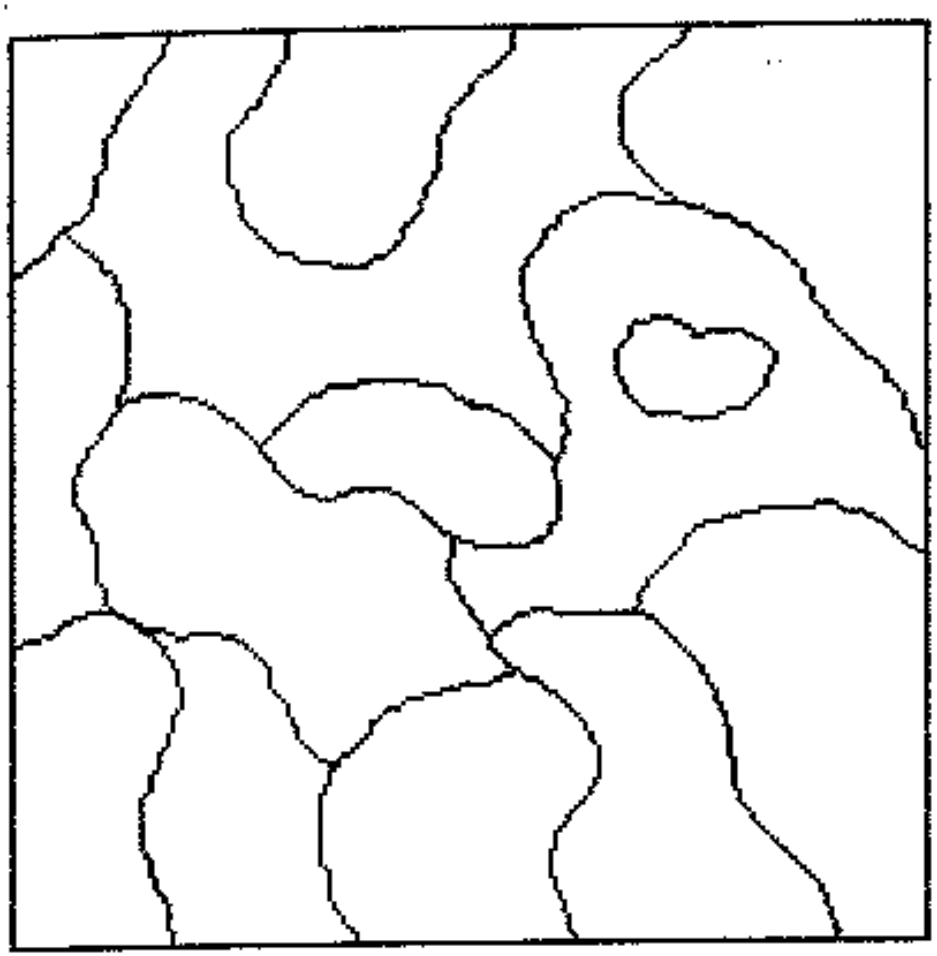
GeoTIFF

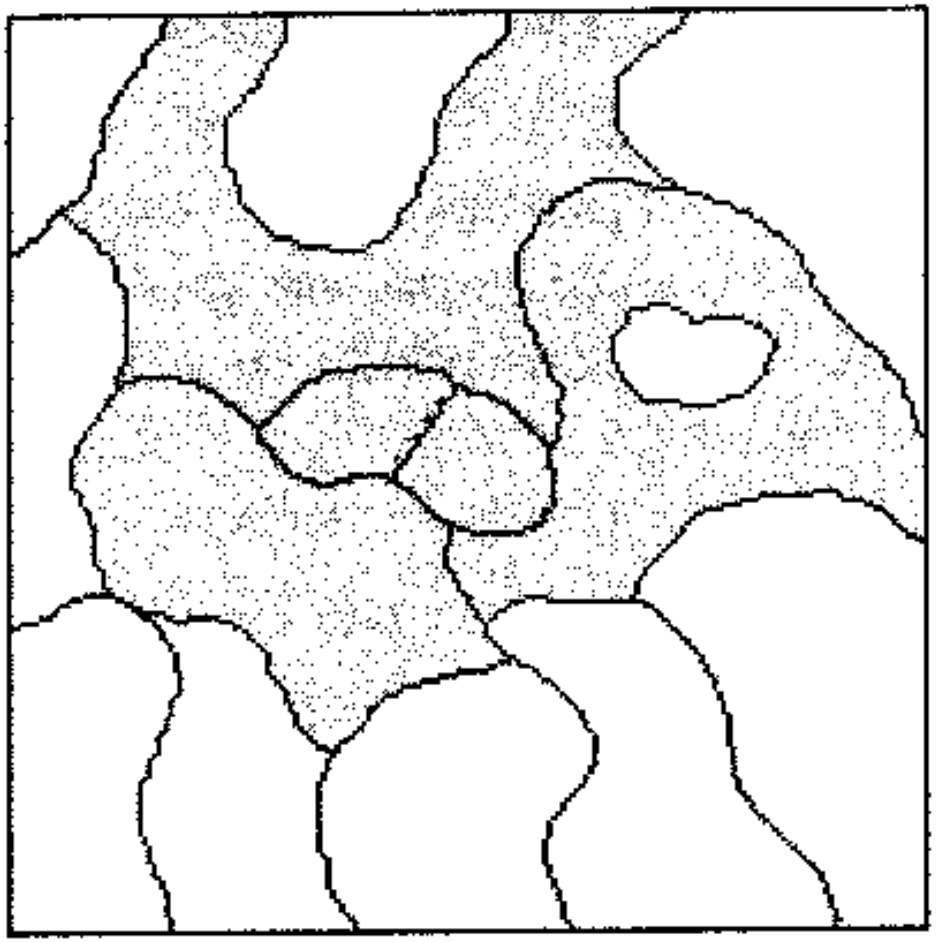
- Rastr je fakticky počítačový obrázek
- Přiložíme-li k obrázku informace o jeho geokoordinaci, máme přenositelný rastrový formát
- r.in.gdal – přímo do lokace
- r.out.*, r.out.gdal
- Předávání Landsat, SRTM, ...

GIS

Restrukturalizace údajů

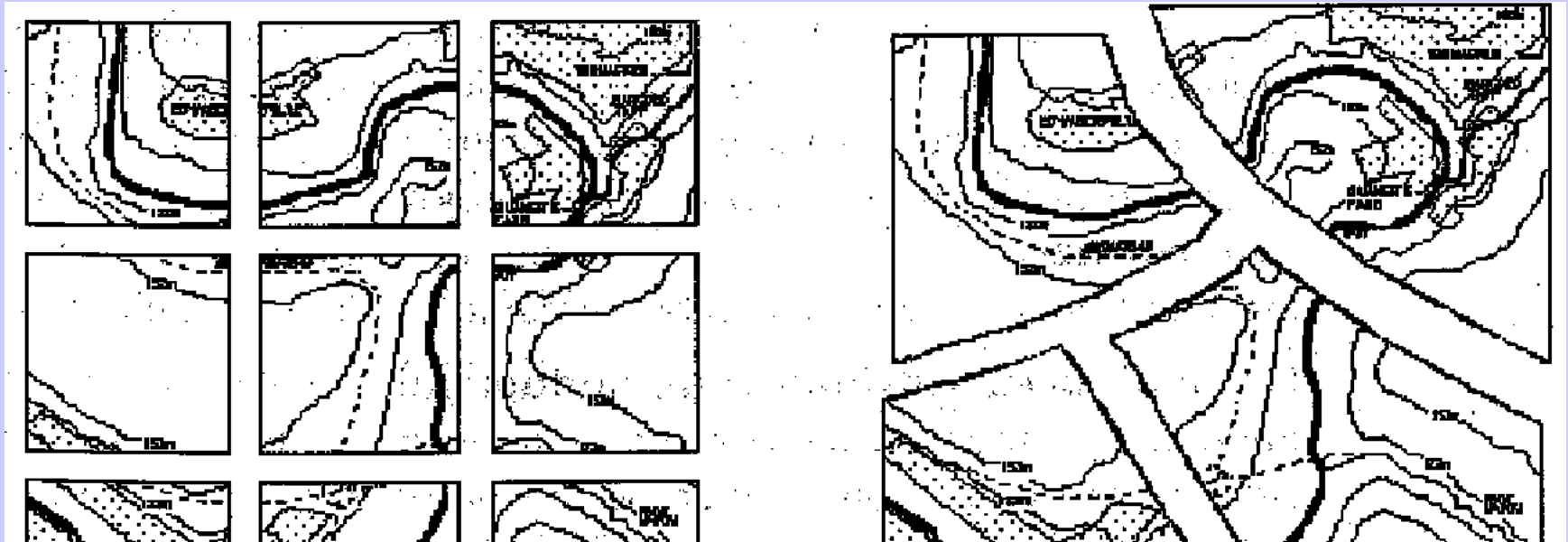
Restrukturalizace údajů – zásahy do topologie





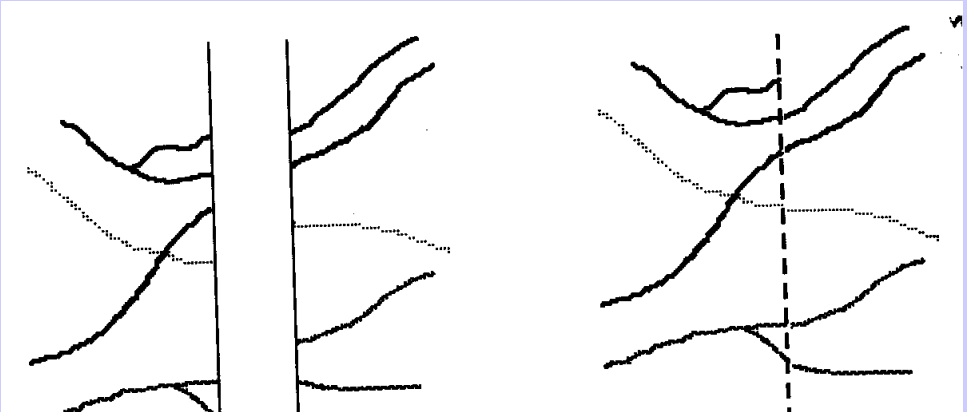
Restrukturalizace údajů

- Zpracování velkých území
- Rozdělení údajů (podle hranic):
  - pravidelné - mapové listy
  - nepravidelné - mnohdy flexibilnější. Například sleduje určité národní, regionální hranice....
- Bezešvá mapa – uživatel (algoritmus) nemusí znát fyzické uspořádání mapy (listů)



Restrukturalizace údajů

- Rozdělení údajů (podle hranic):
  - u rastrové reprezentace spíš pravidelné dělení. Jinak zavedení "pozadí"
  - dělení vyžaduje zavedení a správu okrajů
  - ztotožnění okrajů (edge-matching) - správné napojení okrajů map a hlavně napojení
  - objektů na okrajích (objekty se stejnou atributovou hodnotou)
  - nenapojitelné čáty nutno opravit ručně



Restrukturalizace údajů

- Rozdělení údajů (podle hranic):
  - pochopitelně se musí přebudovat topologie objektů, které zasahují do obou mapových listů
  - GIS také obsahují funkce pro napojování na základě referenčních bodů

Restrukturalizace údajů – změny v rastru

- změna velikosti buňky rastru - změna rozlišovací úrovně.
- Účel – sladění s jinými zdroji, redukce objemu dat.
- navazuje na analýzy při změnách velikosti:
  - při zjemňování rastru - dochází pouze k úpravě geometrie rastru (jedna buňka se rozdělí na víc menších - a převezmou atribut)
  - zvětšování rozměru - je nutné přepočítat nové atributy (z mnoha atributů menších buněk odvodit ten výsledný ve větší buňce)

Manipulace s atributy

- Při manipulaci s atributy vektorů - databázové operace. Například "slučování" (polygon dissolve) - sloučí se sousedící polygony s příbuznou hodnotou atributu - následuje přebudování topologie (např. sousednosti)
- Rastr – reklasifikace (r.reclass)
- (překódování atributů do jiné podoby)
- r.mapcalc - složitější odvozování mapy

Změna parametrů mapy

- změna projekce
- transformace souřadnicového systému
- převzorkování
-
- Změna zeměpisných souřadnic (lat-lon) na pravoúhlé (S-42, S-JTSK) se nazývá analytická transformace.
- Projekce - přepočet zeměpisné souřadnice.

Změna parametrů mapy

- Pracujeme s typy zobrazení:
  - zobrazení vstupních map
  - interní zobrazení - uložení dat, analýzy
  - zobrazení mapových výstupů
- V ideálním případě jsou všechny tři stejné. V praxi jinak (minimálně v měřítku map).
- Problém roste při potřebě slučovat větší územní celky (nadnárodní). Jednotné zobrazení není takřka možné.

Transformace

- numerické transformace - transformace hodnot souřadnic mezi rovinnými pravoúhlými souř. systémy
- nevyžadují znalost kartografických zobrazení nového a půdvodního systému
- jsou založeny pouze na znalosti přesné polohy vybraných bodů (referenční) v obou systémech
- prakticky všechny metody korekcí leteckých a družicových snímků jsou založeny na výpočtu parametrů transformací z pozemních kontrolních bodů

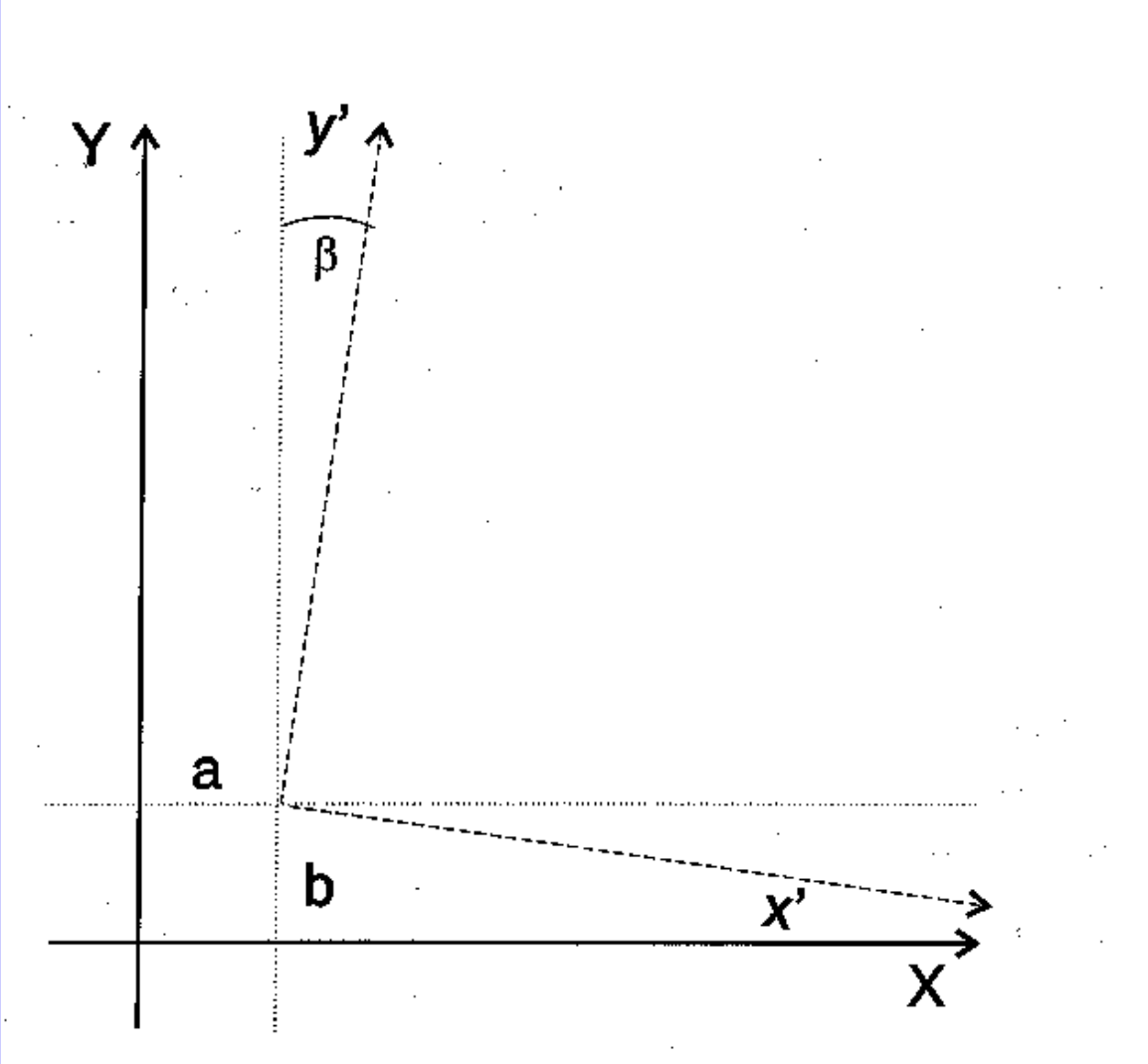
- Metody trasnformace:
  - lineární konformní transformace
  - polynomická transformace
- Využití při geokoordinaci

Lineární konformní transformace

- Také tzv. Helmertova transformace
- Provádí:
  - posunutí a,b
  - otočení (rotace) beta
  - změnu měřítka m-krát

$$x' = (m * x * cos(\beta) + m * y * sin(\beta)) + a$$
$$y' = (-m * x * sin(\beta) + m * y * cos(\beta)) + b$$

Lineární konformní transformace



Lineární konformní transformace

- Pro optimální odhad parametrů transformace se používá víc bodů (4). Hodnoty koeficientů se pak vypočtou metodou nejmenších čtverců, při které se minimalizuje rozdíl v poloze mezi souřadnicemi v obou systémech.

Pro dvojici kontrolních bodů: $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \rightarrow (x'_1, y'_1), (x'_2, y'_2)$

$$m * cos(\beta) = \frac{(x_2 - x_1) * (y'_2 - y'_1) - (y_2 - y_1) * (x'_2 - x'_1)}{(x'_2 - x'_1) * (x'_2 - x'_1) + (y'_2 - y'_1) * (y'_2 - y'_1)}$$

$$m * sin(\alpha) = \frac{(x_2 - x_1) * (x'_2 - x'_1) + (y_2 - y_1) * (y'_2 - y'_1)}{(x'_2 - x'_1) * (x'_2 - x'_1) + (y'_2 - y'_1) * (y'_2 - y'_1)}$$

Polynomická transformace

- Afinní transformace - polynomická transformace prvního řádů (nejjednodušší případ).
- Rovnoběžným přímkám odpovídají zase rovnoběžné přímky
- Opět z většího počtu bodů. Afinní transformace se běžně používá při transformaci souřadnicového systému digitizéru do systému mapy.

Rastrové transformace

- Změna polohy středu buňky, změna atributu.
- Převzorkování - pomocí transformací se vypočte hodnota nového středu buňky. Jak přiřadit novou atributovou hodnotu?
  - přiřazení hodnoty nejbližšího souseda (nearest neighbour assignment) - atribut je vybrán z buňky nejblíže středu v původním rastru
  - bilineární transformace (vhodná pro povrchy) - vychází se ze čtyř okolních hodnot původního rastru v okolí nového středu. Provádí se průměr vážený vzdálenostmi. Nevýhoda: vyhlazování hran, odfiltrování extrémních hodnot.
  - kubická konvoluce - podobná bilineární. 16 hodnot z okolí

Generalizace

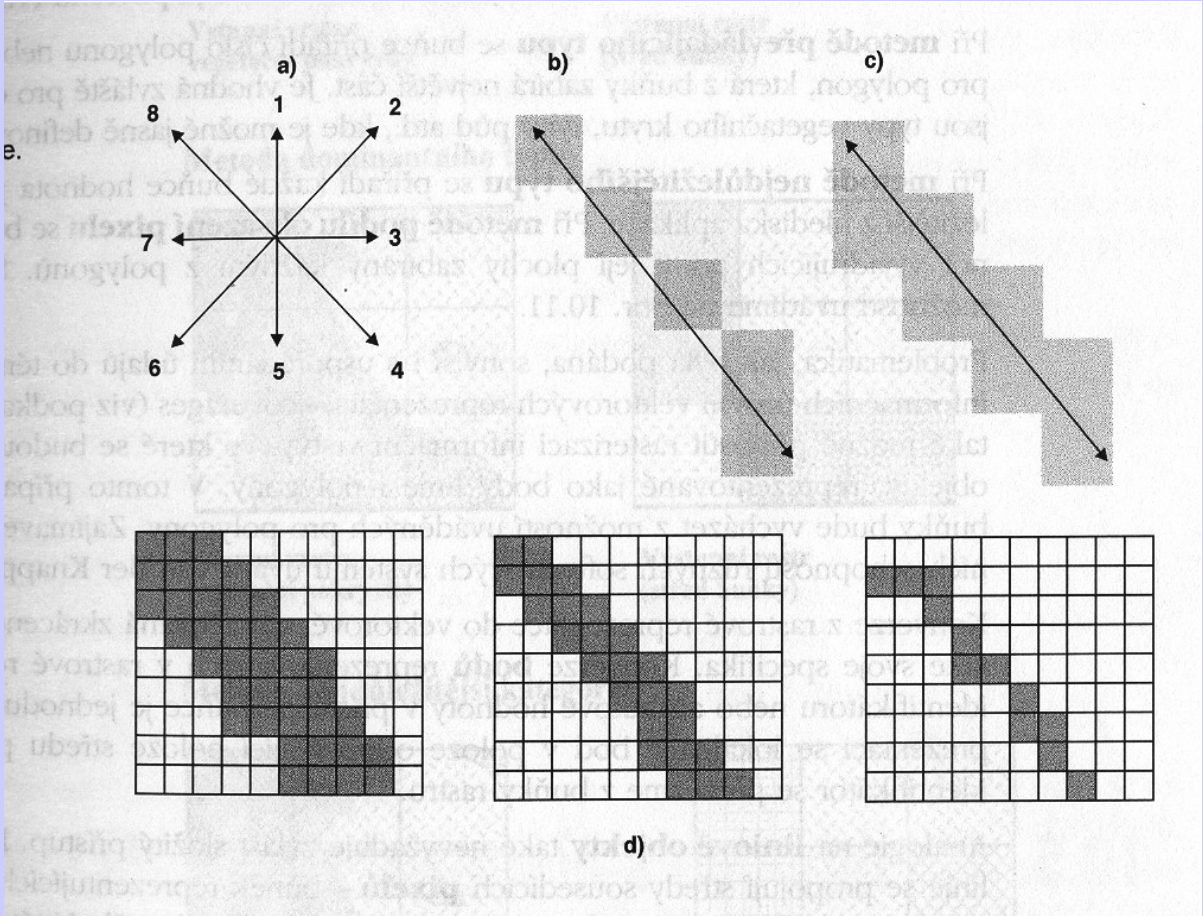
- V kartografii: výběr a zjednodušování reprezentace detailů objektů s ohledem na měřítko a (anebo) účel mapy.
- mnoho úsilí se věnuje automatizaci procesů generalizace
- vztah k měřítku - na jaké úrovni měřítka se má provést jistá generalizace
- generalizace bodů
- generalizace linií - snížení počtu čar (zlomů v linii)

Konverze reprezentací – vektor na rastr

- na první pohled jednoduchá záležitost
- (bod, linie, polygon)
- atributové hodnoty - co vložit do výsledné buňky rastru? (katalogové číslo, významný atribut – podle aplikace)
- body - umístí se do buňky, kam padnou
- linie - překrytí vektorové reprezentace přes rastrovou (zasažené buňky "se vybarví")
- skeletonizace - ztenčování linií, hledání minimální reprezentace linie (po variantě "všechny zasažené")

Vektor na rastr

- a) možnost výběru sousedních pixelů, b) propojování sousedních pixelů, c) rasterizace všech zasažených, d) skeletonizace

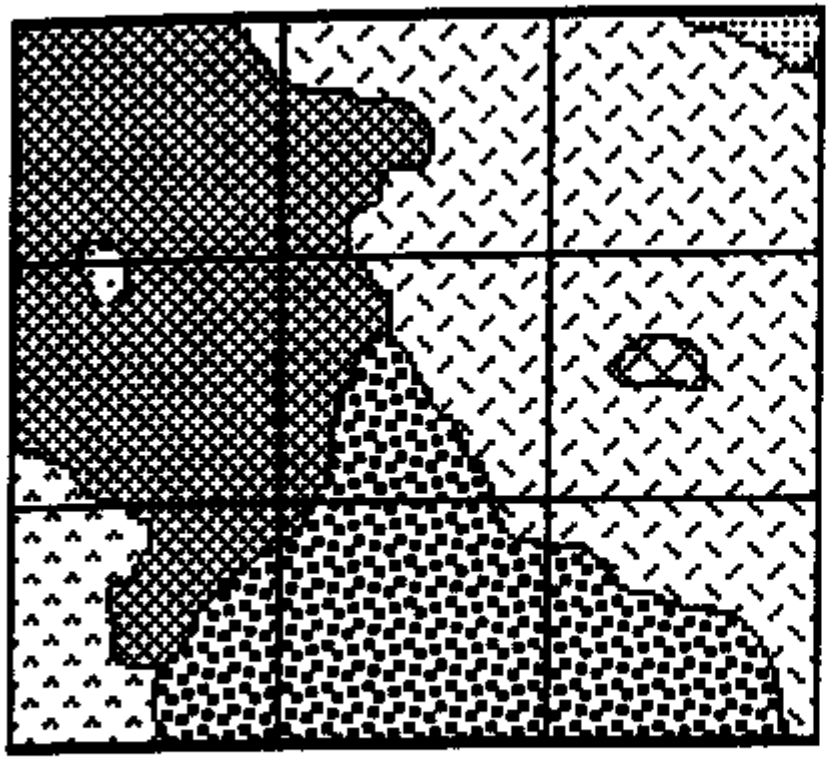


Vektor->rastr (polygony)

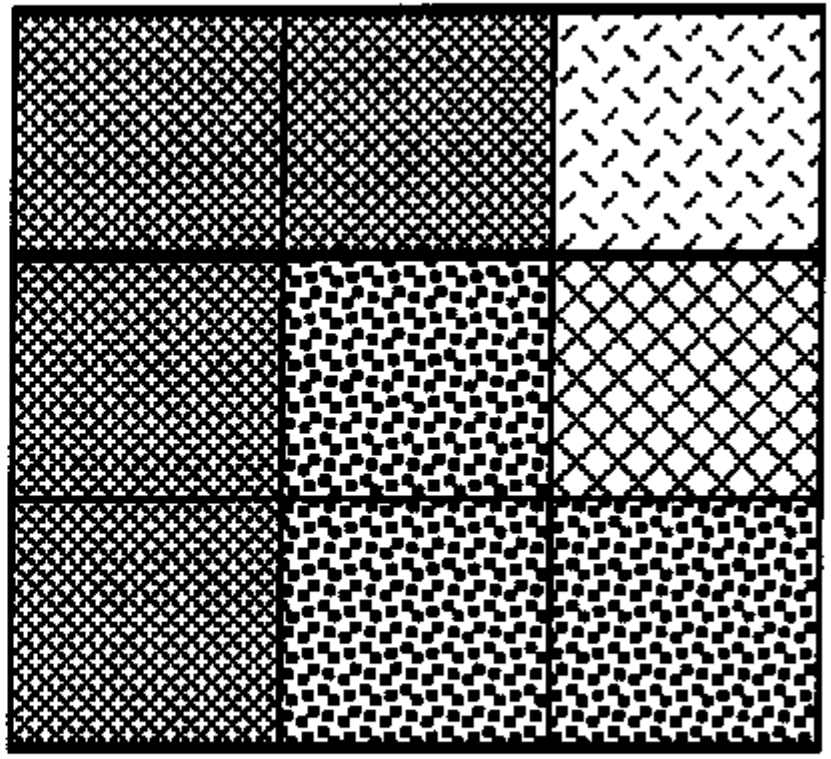
- Rasterizace geometrie = ohraničujících linií + následně vyplnění obsahu.
- Lepší metody: (do buňky zasahuje více polygonů)
  - metoda centroidu - hodnota ze středu
  - metoda dominantního typu - přiřadí se hodnota polygonu, který pokrývá největší část plochy buňky
  - ... nejdůležitějšího typu - podle aplikace
  - ... podílu obsazení pixelu - buňce je přiřazeno více hodnot vážených poměrem ploch polygonů

Vektor->rastr (polygony)

Metoda centroidů



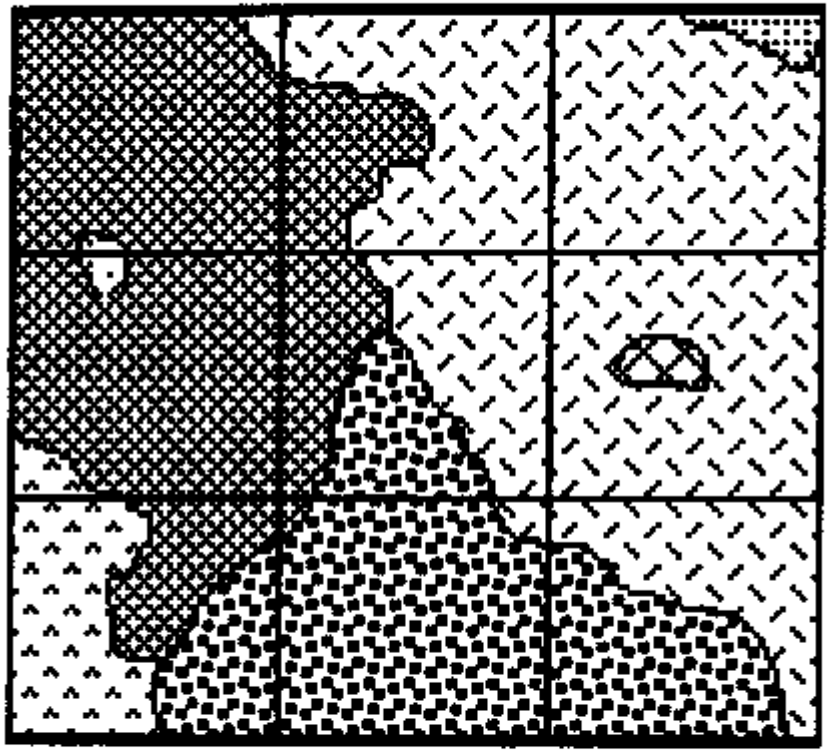
Vstupní vrstva vegetační pokrývky



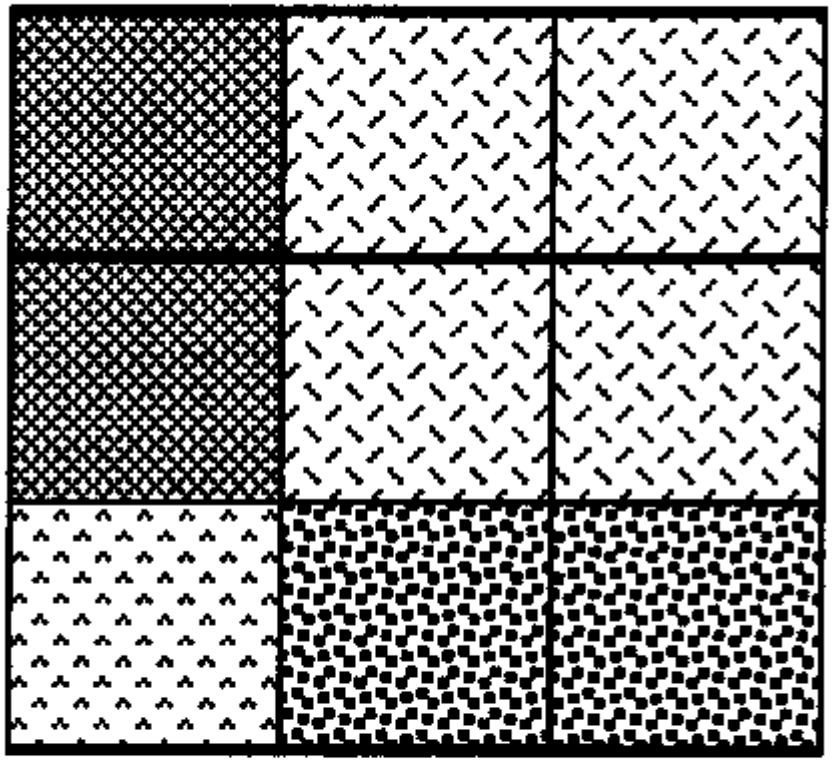
Výstupní rastr (střed buňky)

Vektor->rastr (polygony)

Metoda dominantního typu



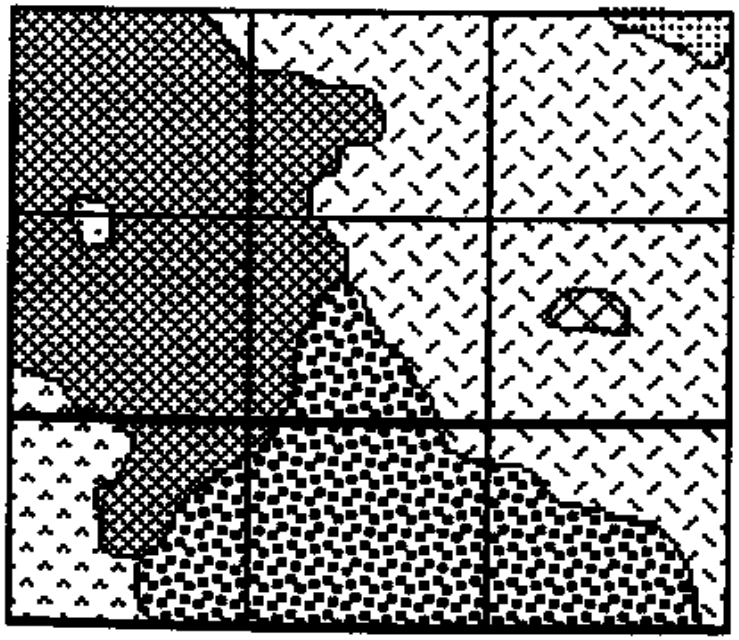
Vstupní vrstva
vegetační pokrývky



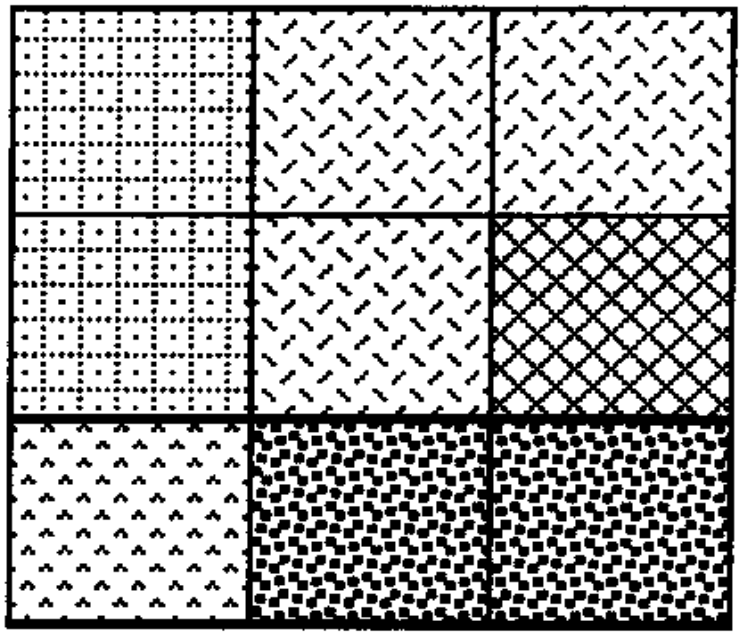
Výstupní rastr
(střed buňky)

Vektor->rastr (polygony)

Metoda nejdůležitější kategorie



Vstupní vrstva
vegetační pokrývky



Výstupní rastr
(vážené třídy)

Váha nejdůležitější kategorie

Váha pro druhou
nejdůležitější kategorii

Kategorie bez přiřazení vah

Rastr na vektor

- body - je přiřazena poloha středu buňky
- linie - propojí se středy "zasažených buněk", ztenčování linií
- vektorizované linie mají lomený průběh - pak následuje generalizace (?) průběhu, a (anebo) vyhlazování průběhu (například vynecháním každého n-tého bodu na linii)
- filtrace - dolnopropustní filtrování. Nemění se počet bodů. Linie se vyhladí
- polygony - identifikace a extrakce hranic, rekonstrukce topologie, vyhlazení hraničních linií (více typů algoritmů pro hledání hranic)

Bude následovat

- Analýzy
  - rastr
  - vektor
  - DPZ
- Kartografie
- GPS