

Základy analogové interpretace snímků

Letecké snímkování



Základy interpretace snímků

(Foto)interpretace je výzkumná metoda, která prostřednictvím snímků zkoumá předměty a jevy na nich zobrazené a na jejich základě usuzuje na ty, které na nich zobrazeny nejsou.

Proces rozpoznávání objektů na snímcích zahrnuje tři etapy:

- **zjištění**
- **rozpoznání**
- **hypotéza**



Interpretační znaky

Rozpoznávání objektů na snímcích je založeno na využití interpretačních znaků, které dělíme do tří skupin:

1. znaky existující na snímku i ve skutečnosti



tvar



stín

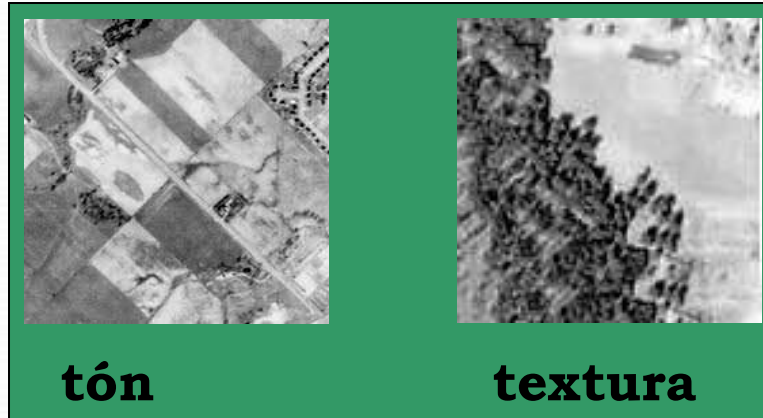


velikost



barva

2. znaky existující pouze na snímku



3. znaky vyjadřující vztahy



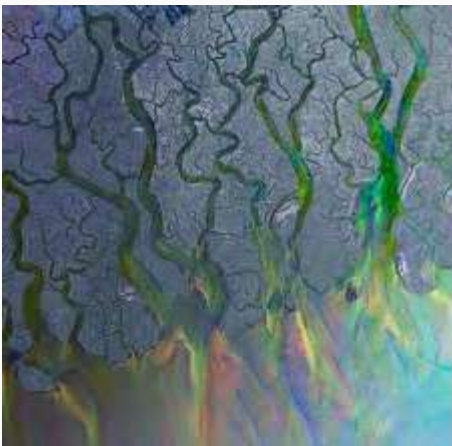
Tvar objektu



- **Tvar objektu může prozrazovat jeho původ.**
- **Na snímcích se objekty zobrazují především svými půdorysnými tvary. Pouze výškové budovy (apod.) podléhají radiálnímu zkreslení a padají od středu ke stranám.**
- **Objekty vytvořené člověkem mívají pravidelné geometrické tvary (budovy, síť komunikací, atd.)**
- **U přírodních objektů jsou pravidelné tvary výjimkou – (např. krátery sopek).**
- **Typické tvary přírodních objektů často prozrazují genezi či původ (pohoří, synklinály, antiklinály).**
- **Typickými tvary se na snímcích zobrazují například typy pobřeží, typy ústí řek, typy říční sítě apod.**



Tvary ústí řek



Stín objektu



- **Stín slouží k rozpoznání výšky objektů, stíny na snímcích dodávají zobrazené scéně plastičnost.**
- **Pro účely studia tvarů reliéfu se často pořizují snímky při nízké výšce Slunce, na kterých stíny zdůrazňují tvary (geomorfologie, letecká archeologie).**
- **Stín na snímcích může být stín vlastní – část objektu zastiňuje jinou část téhož objektu (zastíněná část koruny stromu).**
- **Druhým typem stínu je stín vržený – např. stíny budov, stín stromu na zemi - umožňují odhadnout jejich výšku.**
- **Na leteckých snímcích velkého měřítka mohou vržené stíny podle charakteristického tvaru sloužit k rozpoznání jednotlivých druhů stromů.**
- **Stín často umožňuje lepší vymezení hranic dvou objektů stejného tónu (např. okraj lesa).**





Velikost objektu



- **Velikost objektů jako interpretační znak se posuzuje pouze v relativních jednotkách.**
- **Měřením rozměrů jednotlivých objektů se zabývá spíše fotogrammetrie.**
- **Velikost je funkcí měřítka snímku.**
- **Rozdílná velikost objektů stejného druhu (např. budov) může často prozrazovat jejich funkci.**



Barva objektu



- **Barva objektů na barevné letecké fotografii je výsledkem subtraktivního skládání barev.**
- **Na družicových snímcích je výsledkem aditivního míchání základních barevných odstínů v systému RGB.**
- **Objekty na snímcích mohou mít barvy blízké barvám přirozeným v případě, že barevná syntéza vznikla z jednotlivých snímků pořízených v intervalech viditelného elektromagnetického záření.**
- **Nepřirozené barvy objektů vznikají, pokud je do barevné syntézy zařazen alespoň jedno pásmo pořízené mimo obor viditelného záření.**
- **Běžnou je barevná syntéza, která podává plochy pokryté vegetací v odstínech červené barvy.**
- **Nepravé barvy mohou zvýrazňovat rozdíly mezi povrchy podobných vlastností.**

Tón objektu I



- **Tón nahrazuje na snímcích skutečnou barvu objektů.**
- **Tón odpovídá velikosti zaznamenané radiometrické charakteristiky.**
- **V optické části spektra (viditelné a blízké infračervené záření) jsou objekty málo odrážející podány tmavými tóny, povrchy výrazně odrážející mají světlé tóny.**
- **U některých termálních snímků bývají světlými tóny prezentovány chladné povrchy a tmavými tóny povrchy teplé.**
- **Tón povrchů na radarových snímcích je ovlivňován především jejich drsností a také obsahem vody.**

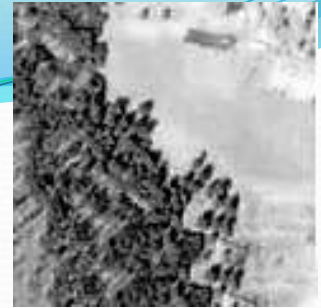
Tón objektu II



- V některých případech je tón určitých částí povrchů výrazně modifikován vzájemnou polohou snímaného povrchu, polohou družice v době snímání a polohou Slunce, konfigurací terénu apod.
- Tón objektů stejného druhu je významně ovlivňován dynamickými parametry jako je např. vlhkost
- U leteckých snímků může být ovlivňován i tzv. vignetací (úbytek světla od středu k okrajům).



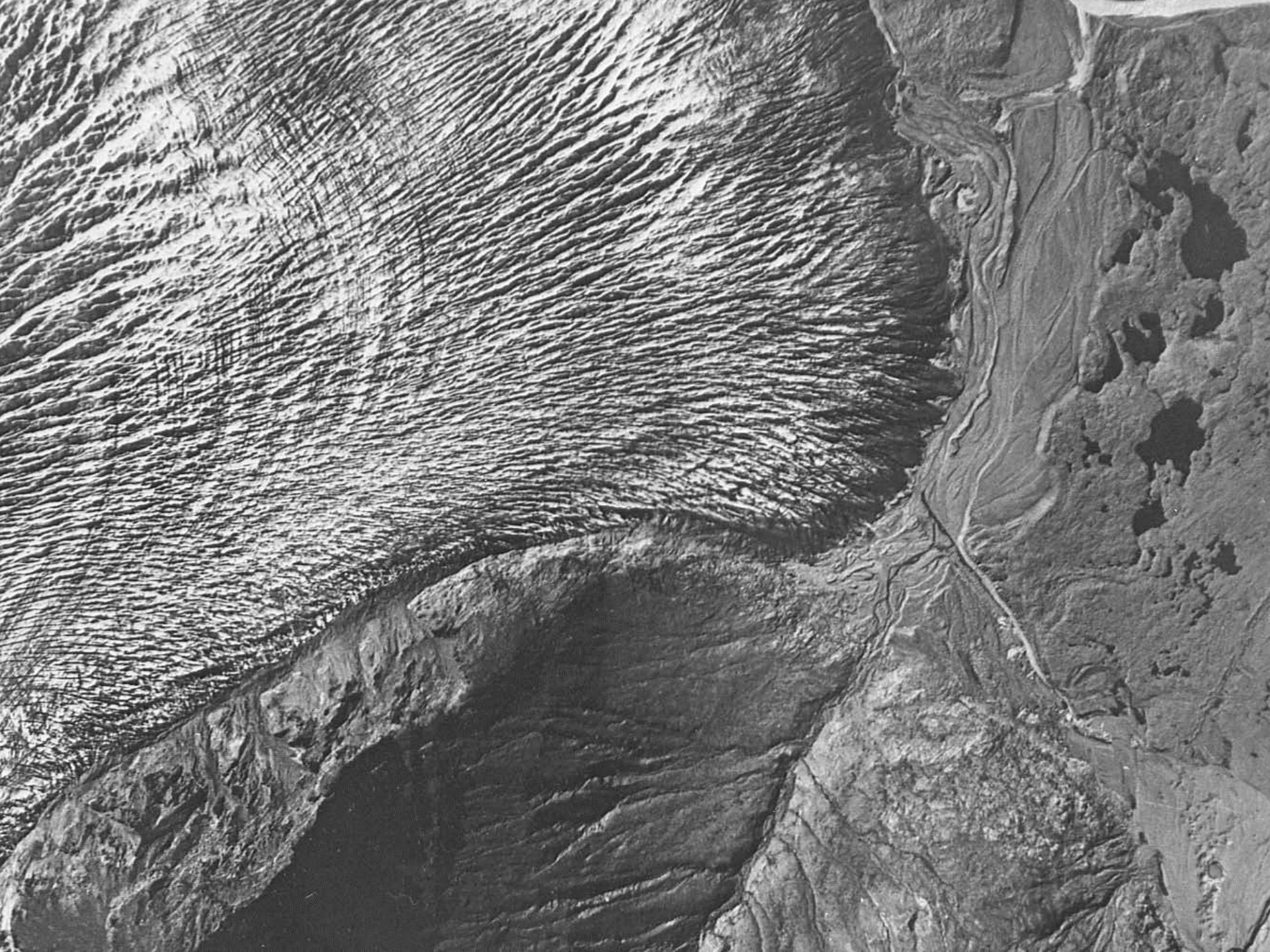
Textura povrchů



- **Textura je proměnlivost tónů**
- **Je tvořena jednotlivými elementy povrchů, které lze zjistit, ale nelze je rozpoznat.**
- **Jednotlivé elementy tvoří např. stromy či polní plodiny. Řada druhů povrchů vytváří typickou texturu.**
- **Výrazná textura je typická především pro radarové snímky.**
- **Pro lesy s převahou jehličnanů je typická jemnozrnná textura, textura lesů s převahou listnatých stromů je hrubozrnná. Hladkou texturu mají vodní plochy.**
- **Textura značně závisí také na úhlu dopadu slunečních paprsků.**









Struktura objektů I



- **Struktura definuje prostorové uspořádání jednotlivých prvků, které ve svém celku tvoří objekty vyššího řádu.**
- **Příkladem může být pravidelná struktura ulic v městské zástavbě, či sad tvořený pravidelnými řadami stromů.**
- **Na rozdíl od textury lze jednotlivé elementy struktury nejen zjistit, ale i rozpoznat.**
- **Struktura a textura spolu úzce souvisejí přes měřítko snímků.**
- **Se zmenšujícím se měřítkem se struktura (pravidelné uspořádání prvků) mění na texturu (tónovou proměnlivost).**



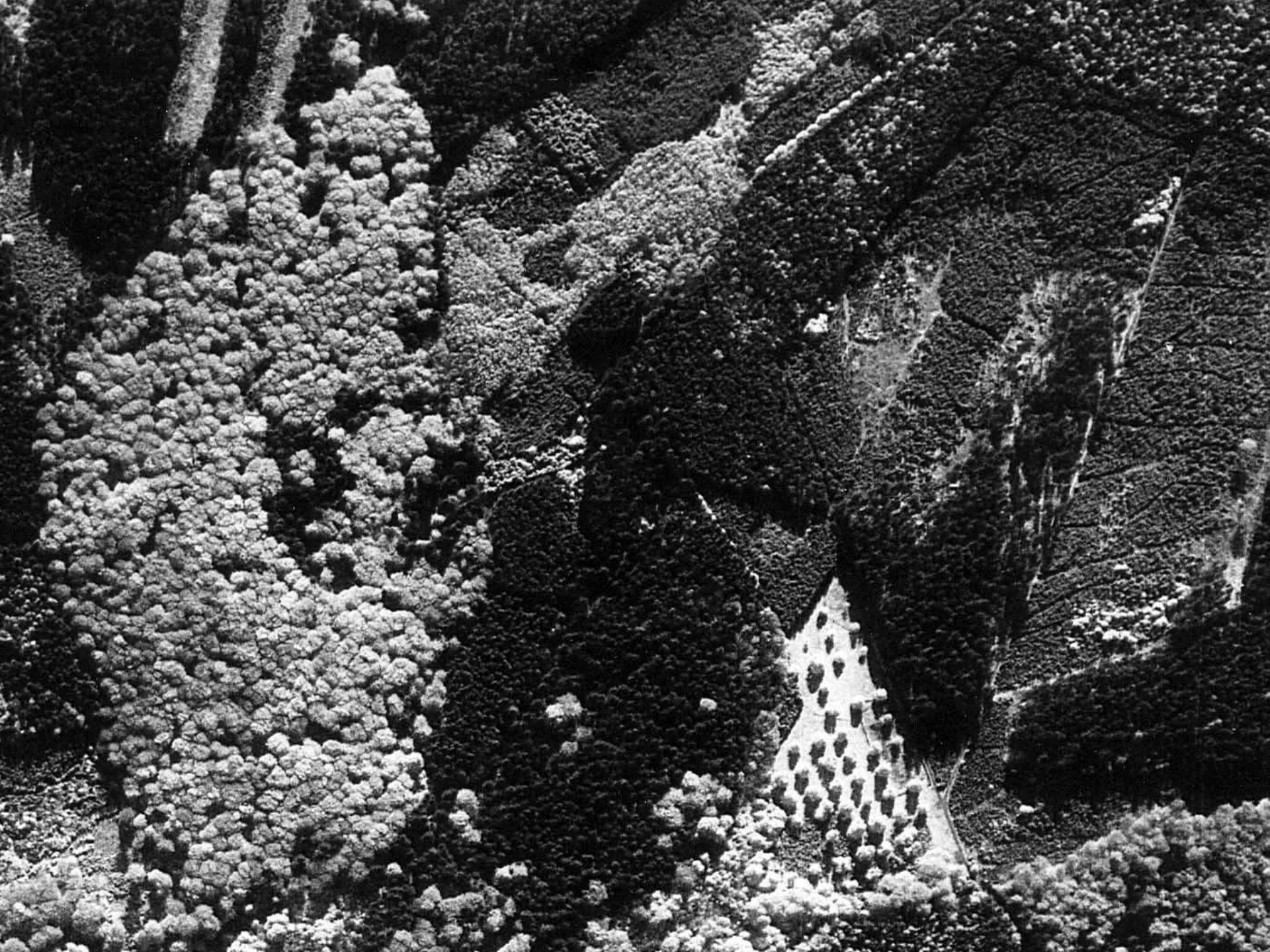
Struktura objektů II

- **Struktura nemusí být pouze pravidelná.**
- **Může se jednat též o typické uspořádání prvků tvořících hierarchicky vyšší celek (angl. pattern).**
- **Jednotlivé objekty jsou potom spojeny funkčními vztahy (budovy tvoří továrnu).**
- **Např. oblačné systémy tlakových níží, teplé či studené fronty jsou tvořeny typickými druhy oblačnosti, říční síť může mít charakteristické uspořádání atp.**



Pohoří Zagros (Irán)





Poloha objektu



- **Poloha (či asociace) jako interpretační znak slouží k rozpoznávání vztahů mezi objekty na snímcích.**
- **Některé druhy objektů či jevů jsou asociovány s jinými - např. komunikace doprovázejí typické stavby, plochy postižené erozí jsou vázány na příkré svahy nedostatečně zpevněné vegetačním krytem apod.**
- **Poloha často výrazně omezuje možnosti, kde se daný objekt na snímku může nacházet.**





Interpretační klíče

- **Vyjadřují vztahy mezi vzhledem objektů na snímku a jejich skutečným vzhledem při pozemním pozorování, plní tedy funkci „slovníku“. Mohou mít globální, regionální nebo časově omezenou platnost.**
- **Klíče jsou nejčastěji vytvářeny pro určitou skupinu objektů či pro omezený region.**
- **Klíče výběrové - komentované výřezy snímků. Řazeny podle příbuzných skupin jevů. Postupují od obecného ke zvláštnímu v rámci jednotného měřítka.**
- **Klíče vylučovací (dichotomní, eliminační) – textové, mají formu rozhodovacího stromu**

RELIEF DE PLISSEMENT EN CLIMAT SEMI-ARIDE (Nord du Grand Atlas)



Le trait essentiel du relief est constitué par de magnifiques boucles de crêtes dont la photographie fournit un échantillon et qui sont constituées de calcaires crétacés surmontant des calcaires marneux jurassiques. Cependant ce ne sont pas de véritables synclinaux perchés, car l'axe synclinal de roche dure se trouve en dessous du niveau de base des artères principales.

Le plissement est peu vigoureux et irrégulier d'où l'espacement des crêtes et l'aspect imparfait des chaînes orientées.

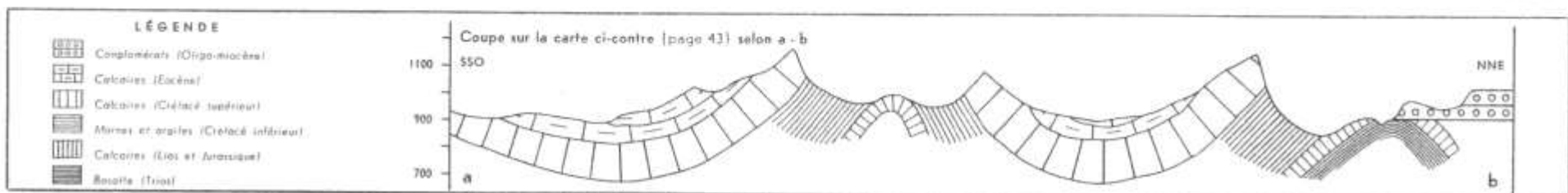
Ces formes structurales étaient réalisées avant le Miocène, comme le prouve la présence de grès de cet âge, discordants. Il se peut qu'à ce moment là les plis aient été nivelés vers 1.000 m par une surface d'érosion générale qui aurait été ensuite rajeunie par l'érosion différentielle.

La photographie montre des traces du système d'érosion semi-aride : multiplicité des chevrons correspondant à des bancs très minces, chenaux anastomosés de l'Oued Zat qui coupe le synclinal en deux.



MAROC - Mâsson 14, 1947-48 - Clichés n° 200-202 - Echelle approximative 1/25.000

Extrait de la feuille circulaire (page 43)



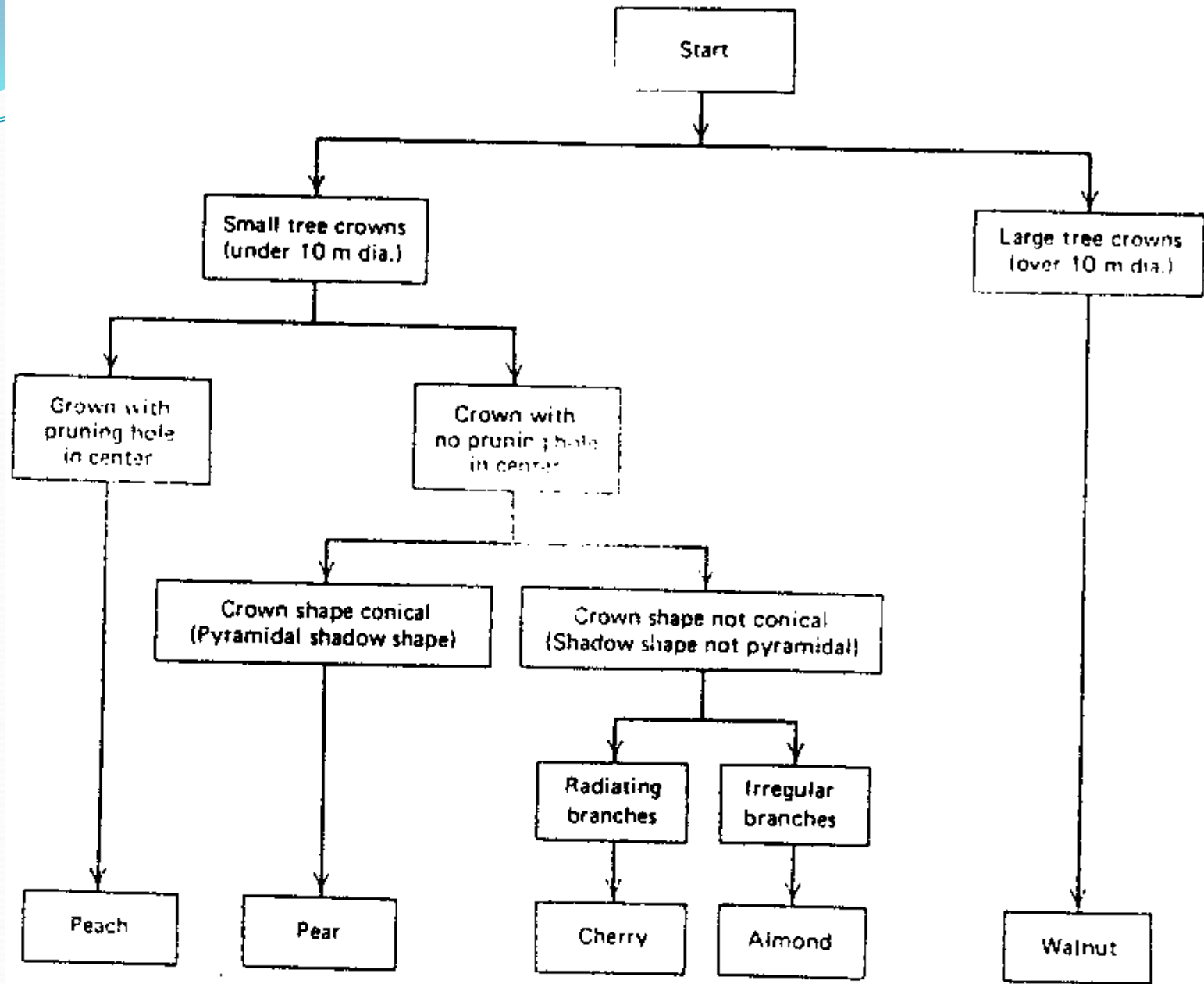


Figure 3.1 Dichotomous airphoto interpretation key to fruit and nut crops in the Sacramento Valley, California, designed for use with 1 : 6000 scale panchromatic aerial photographs. (Adapted from [6]. Copyright © 1975, American Society of Photogrammetry, reproduced with permission.)

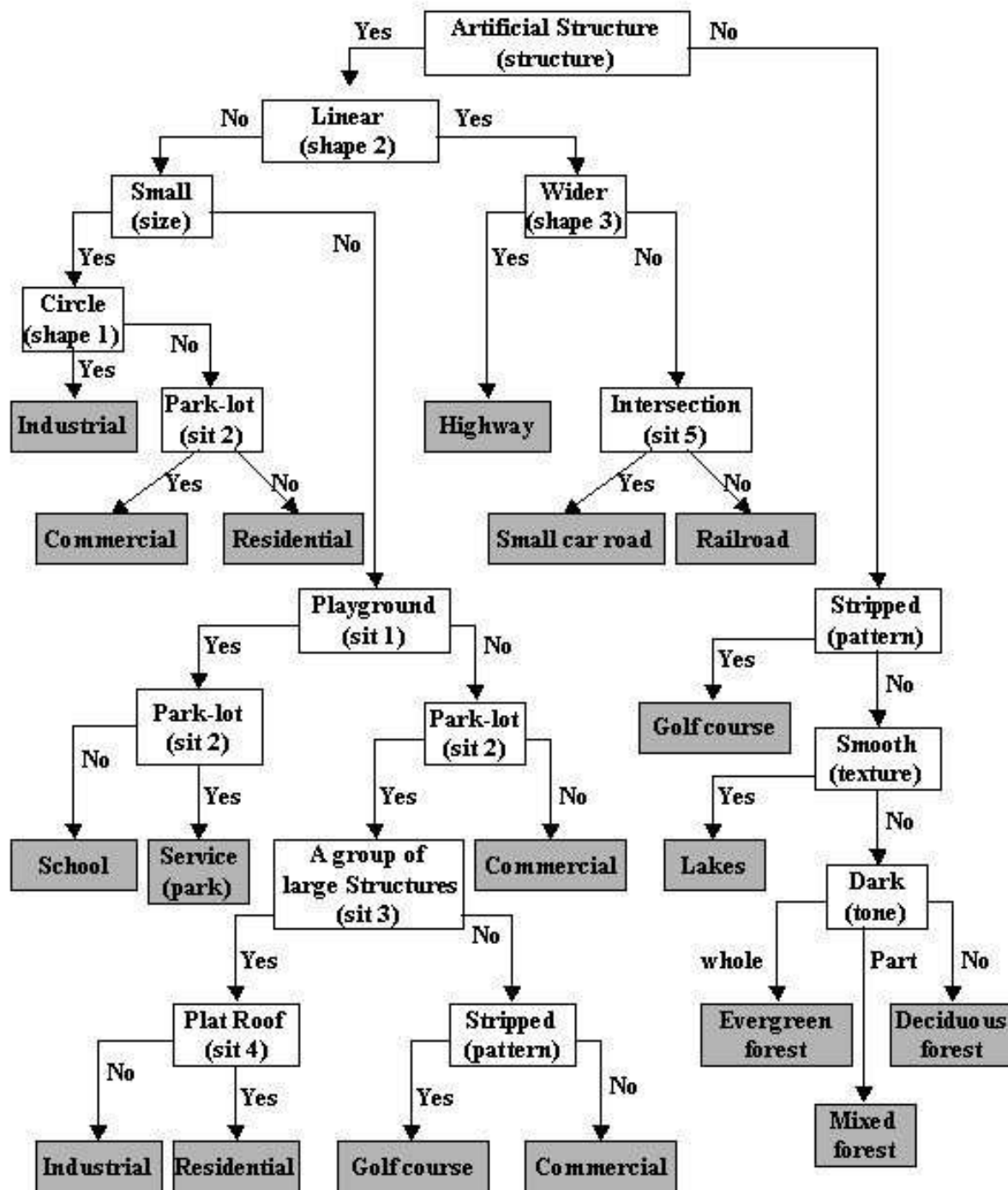


TABLE 3.10 Airphoto Interpretation Key for the Identification of Hardwoods in Summer

1. Crowns compact, dense, large	
2. Crowns very symmetrical and very smooth, oblong or oval; trees form small portion of stand	Basswood
2. Crowns irregularly rounded (sometimes symmetrical), billowy, or tufted	
3. Surface of crown not smooth, but billowy	Oak
3. Crowns rounded, sometimes symmetrical, smooth surfaced	Sugar maple, ^a beech ^a
3. Crowns irregularly rounded or tufted	Yellow birch ^a
1. Crowns small or, if large, open or multiple	
6. Crowns small or, if large, open and irregular, revealing light-colored trunk	
7. Trunk chalk white, often forked; trees tend to grow in clumps	White birch
7. Trunk light, but not white, undivided trunk reaching high into crown, generally not in clumps	Aspen
6. Crown medium sized or large; trunk dark	
8. Crown tufted or narrow and pointed	
9. Trunk often divided, crown tufted	Red maple
9. Undivided trunk, crown narrow	Balsam poplar
8. Crowns flat topped or rounded	
10. Crowns medium sized, rounded; undivided trunk; branches ascending	Ash
10. Crowns large, wide; trunk divided into big spreading branches	
11. Top of crown appears pitted	Elm
11. Top of crown closed	Silver maple

Source: From [97]. Copyright © 1961, American Society of Photogrammetry, reproduced with permission.

^aA local tone-key showing levels 4 and 5 is usually necessary to distinguish these species.

Strategie vizuální interpretace

- **logický přístup**
- **systematický přístup**



Základní pravidla:

- **najednou se interpretuje pouze jeden prvek, začíná se prvky liniivými**
- **postupujeme od velkých objektů k malým**
- **stále je zapotřebí mít na zřeteli rozdíly mezi snímkem a skutečností (např. nejednotné měřítko, nezvyklé barvy, ...)**

Před vlastní interpretací je zapotřebí stanovit:

- 1. Klasifikační systém** (legenda výsledné tématické mapy) - tj. kategorie, které budou na snímku rozpoznávány,
2. V závislosti na požadovaném měřítku je zapotřebí stanovit také tzv. **minimální mapovanou jednotku** (nejmenší plochy, které ještě budou vymežovány)
3. Je zapotřebí shromáždit veškerá **podpůrná data** (mapy, zápisky z terénního průzkumu, statistická data, pozemní fotografickou dokumentaci, ...)

Klasifikační systém

- **Klasifikační systém** - legenda výsledné tématické mapy (podle zaměření projektu).
- **Často vytvářen v hierarchické struktuře**, každá úroveň odpovídá určitému měřítku - od obecných kategorií k detailním.
- Existují klasifikační systémy **obecně platné** i **regionálně omezené**.

Příklady:

system USGS

http://ngmdb.usgs.gov/fgdc_gds/geolsymstd/fgdc-geolsym-all.pdf

CORINE LAND COVER

Urban atlas

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>

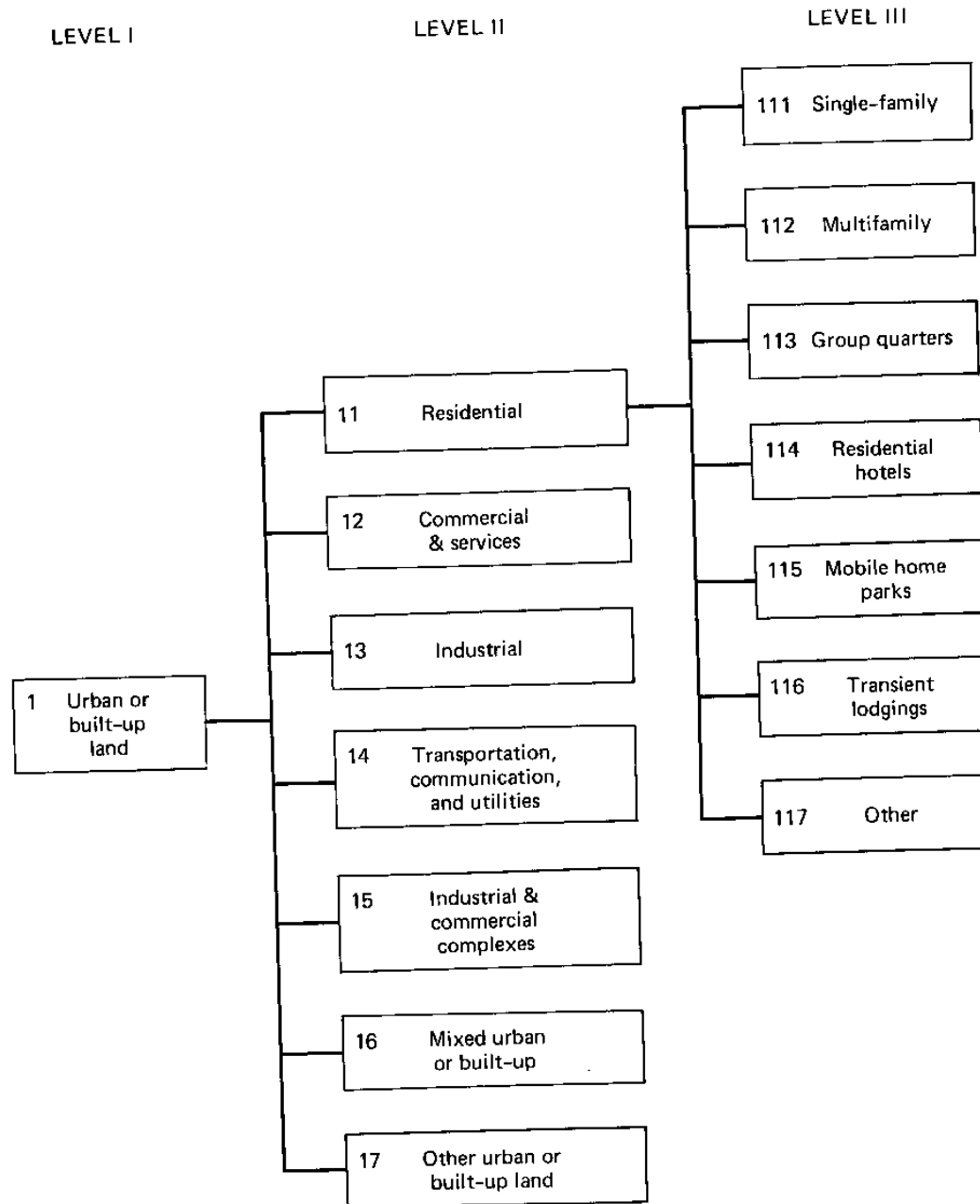

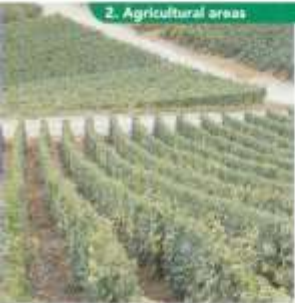





Figure 3.14 An example aggregation of land use/land cover types.

The CORINE Land Cover nomenclature

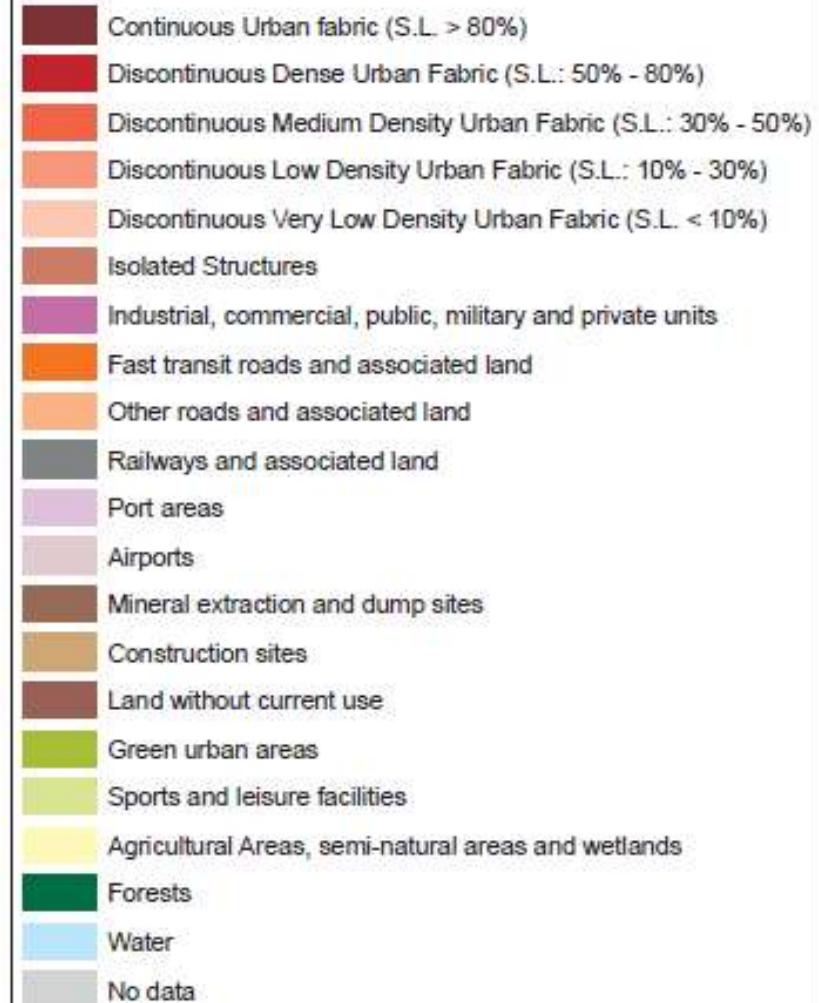
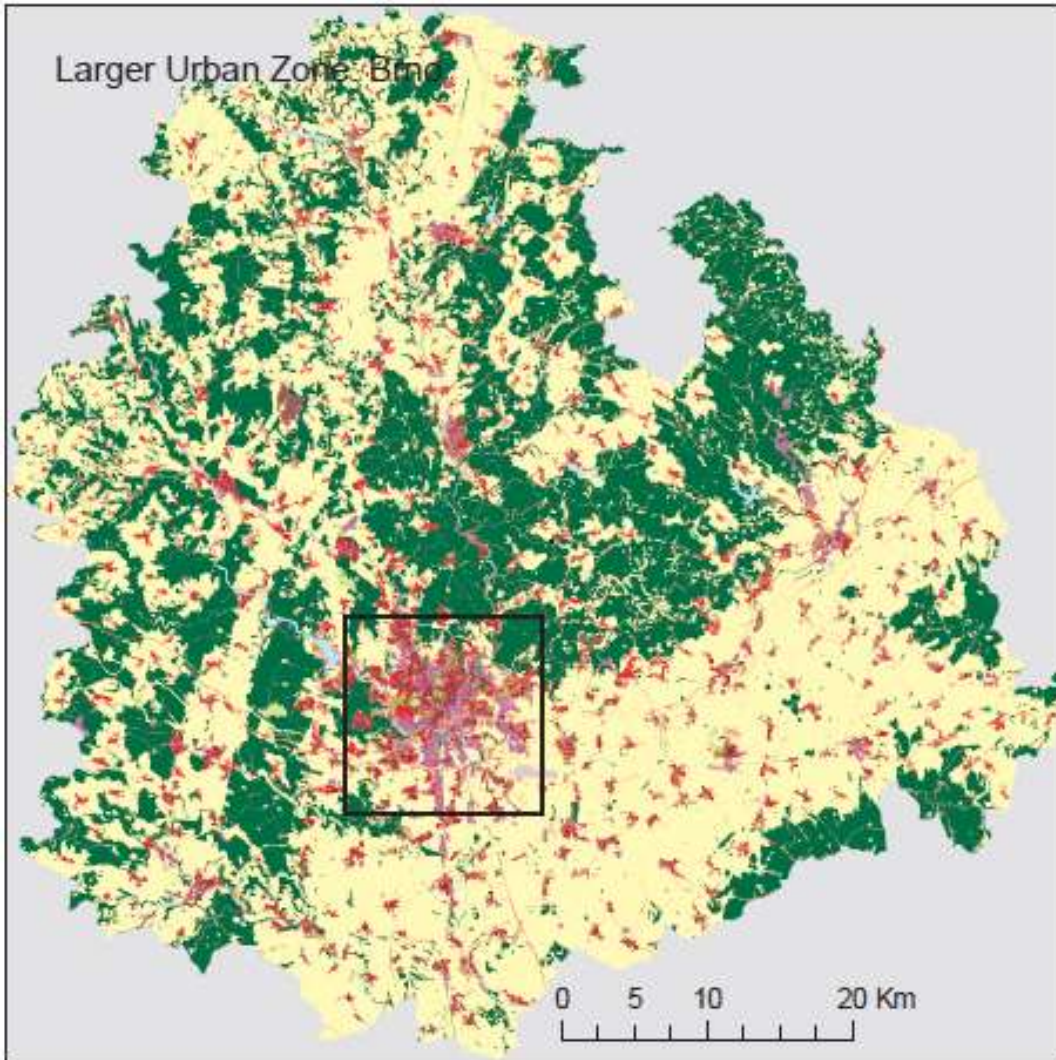
Level 1	Level 2	Level 3
1. Artificial surfaces		
	1.1. Urban fabric	1.1.1. Continuous urban fabric 1.1.2. Discontinuous urban fabric
	1.2. Industrial, commercial and transport units	1.2.1. Industrial or commercial units 1.2.2. Road and rail networks and associated land
	1.3. Mine, dump and construction sites	1.2.3. Port areas 1.2.4. Airports 1.3.1. Mineral extraction sites 1.3.2. Dump sites 1.3.3. Construction sites
	1.4. Artificial, non agricultural vegetated areas	1.4.1. Green urban areas 1.4.2. Port and leisure facilities
2. Agricultural areas		
	2.1. Arable land	2.1.1. Non-irrigated arable land 2.1.2. Permanently irrigated land 2.1.3. Rice fields
	2.2. Permanent crops	2.2.1. Vineyards 2.2.2. Fruit trees and berry plantations 2.2.3. Olive groves
	2.3. Pastures	2.3.1. Pastures
	2.4. Heterogeneous agricultural areas	2.4.1. Annual crops associated with permanent crops 2.4.2. Complex cultivation patterns 2.4.3. Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation 2.4.4. Agro-forestry areas
3. Forest and semi-natural areas		
	3.1. Forests	3.1.1. Broad-leaved forest 3.1.2. Coniferous forest 3.1.3. Mixed forest
	3.2. Scrub and/or herbaceous vegetation associations	3.2.1. Natural grasslands 3.2.2. Moors and heathland 3.2.3. Sclerophyllous vegetation 3.2.4. Transitional woodland-scrub
	3.3. Open spaces with little or no vegetation	3.3.1. Beaches, dunes, sands 3.3.2. Bare rocks 3.3.3. Sparsely vegetated areas 3.3.4. Burnt areas 3.3.5. Glaciers and perpetual snow
4. Wetlands		
	4.1. Inland wetlands	4.1.1. Inland marshes 4.1.2. Peat bogs
	4.2. Maritime wetlands	4.2.1. Salt marshes 4.2.2. Salines 4.2.3. Intertidal flats
5. Waterbodies		
	5.1. Inland waters	5.1.1. Water courses 5.1.2. Water bodies
	5.2. Marine waters	5.2.1. Coastal lagoons 5.2.2. Estuaries 5.2.3. Sea and ocean



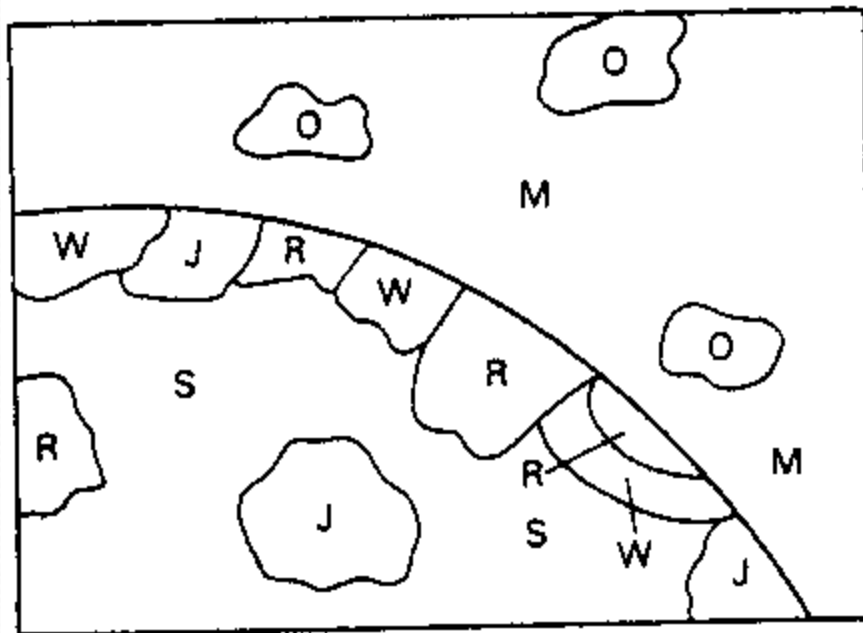
Klasifikační systém - Urban atlas

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>

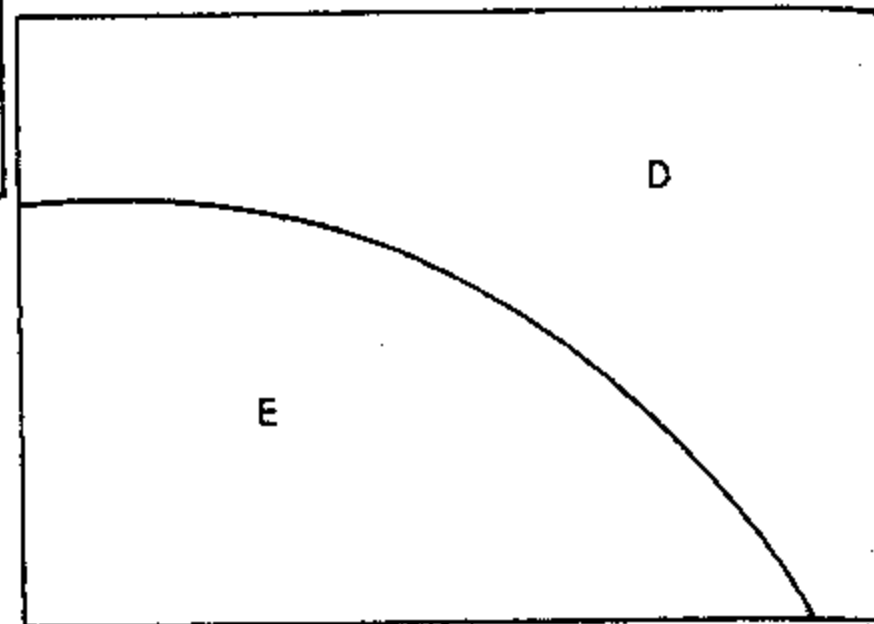
Larger Urban Zone - Brno



Minimální mapovaná jednotka



(a)



(b)

Corine Land Cover

měřítko: 1 : 100 tis.

mmj > 5 ha

Projekt snímkového letu

1. Přípravné práce

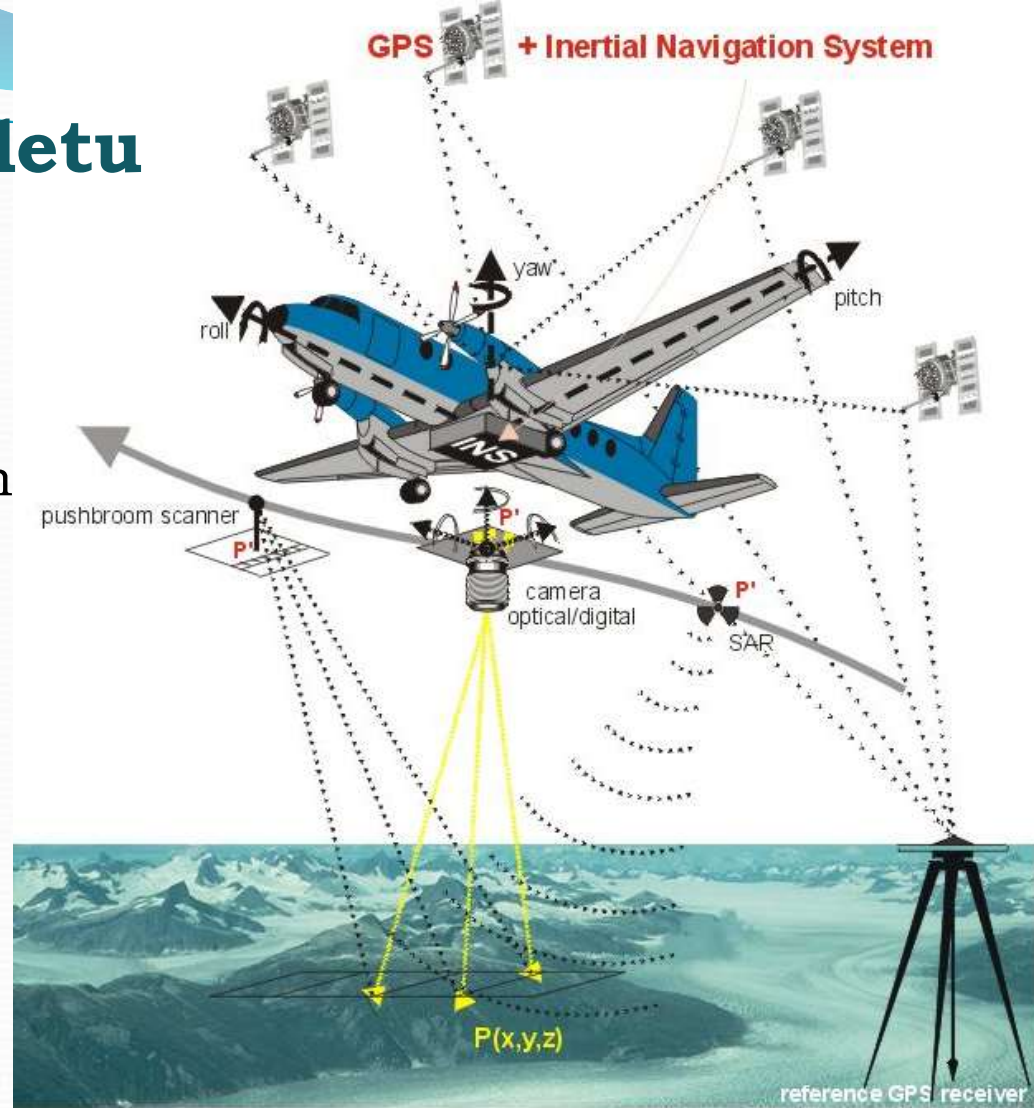
- projekt snímkového letu
- volba a signalizace vličovacích bodů

2. Práce v terénu

- vlastní snímkování
- zaměření vličovacích bodů

3. Práce v laboratoři - postprocessing

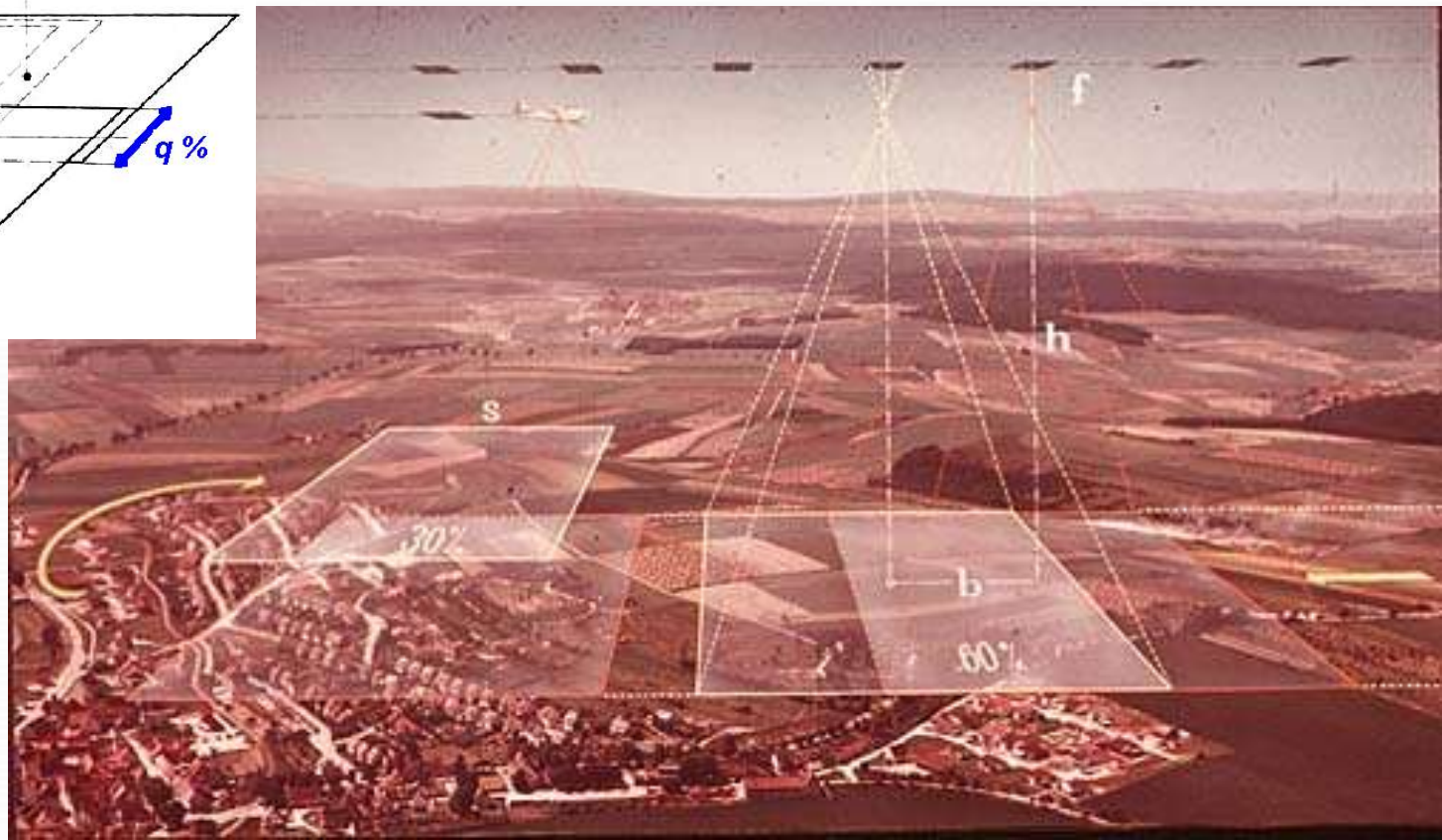
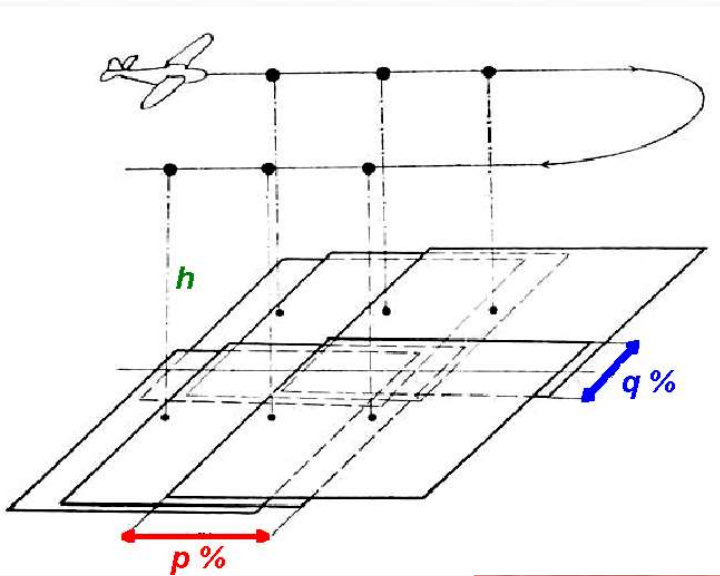
- geodetické výpočty
- kontroly (trajektorie, transformace, kvality)
- předzpracování obrazových dat
- fotogrammetrické zpracování
- výstupy a uložení dat (GIS atd.)



Snímkový let

Plánování letu – software na zpracování – navigace v letadle

- řadové snímkování
- p - podélný překryv (60-80 %)
- q - příčný překryv (25-35 %)



Základní součásti systému

- nosič – speciálně upravená letadla
- fotografické kamery (komory)

Používaná letadla se vyznačují dobrou stoupavostí, maximálním dostupem až 6000 m, ne velkou cestovní rychlostí (150 – 200 km v hod.) při dobré stabilitě letu, velkým akčním rádiem

Z dalších nosičů lze využít vrtulníků (pro neměřičské účely), balónů a vzducholodí

Pro detailní snímky z malých výšek lze využít RPAS



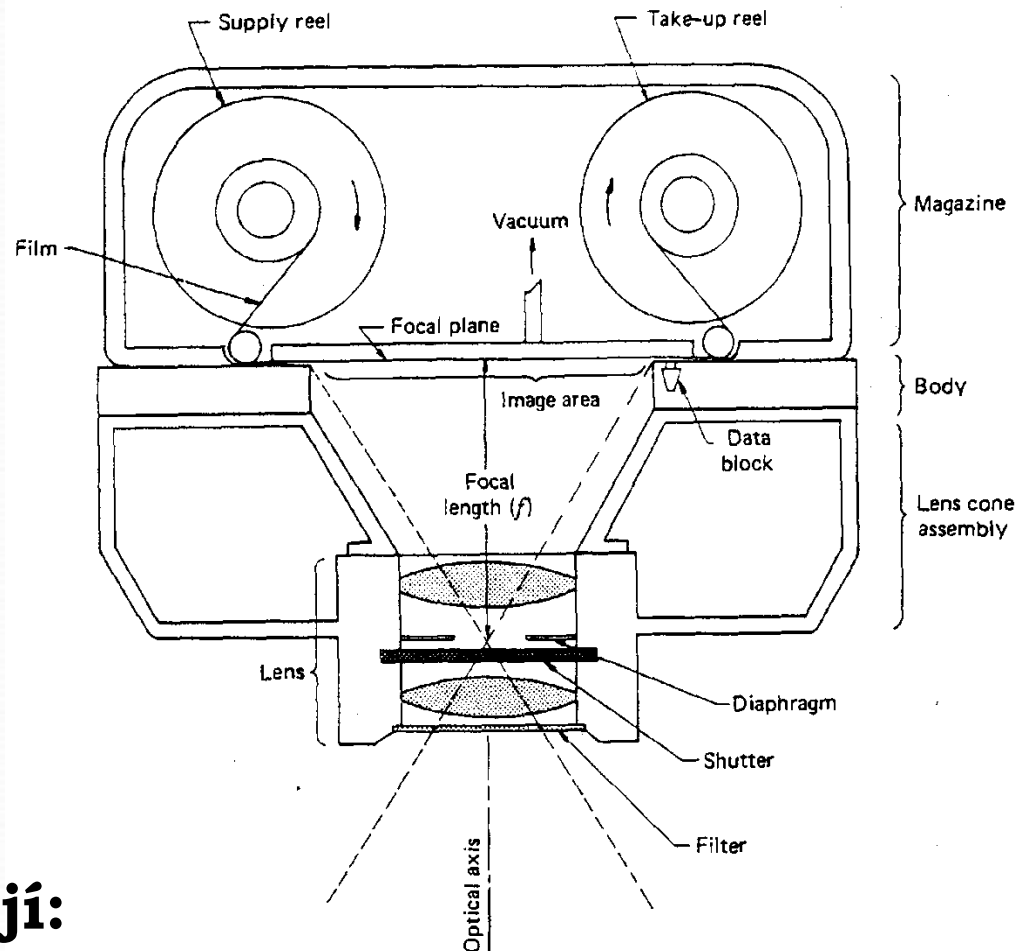
Fotografické komory



- **Řadové kamery - jednoobjektivové a víceobjektivové (multispektrální)**
- **Štěrbínové**
- **Panoramatické**
- **Digitální**

Základní součásti řadové komory

- optický systém čoček s předsazeným filtrem
- tělo kamery
- kazeta s filmem
- rám se značkami
- uzávěrka
- závěs kamery
- protismazové zařízení



Komoru charakterizují:

- Ohnisková vzdálenost f (115 až 210 mm; (od 30 mm do 3 m))
- Obrazový úhel

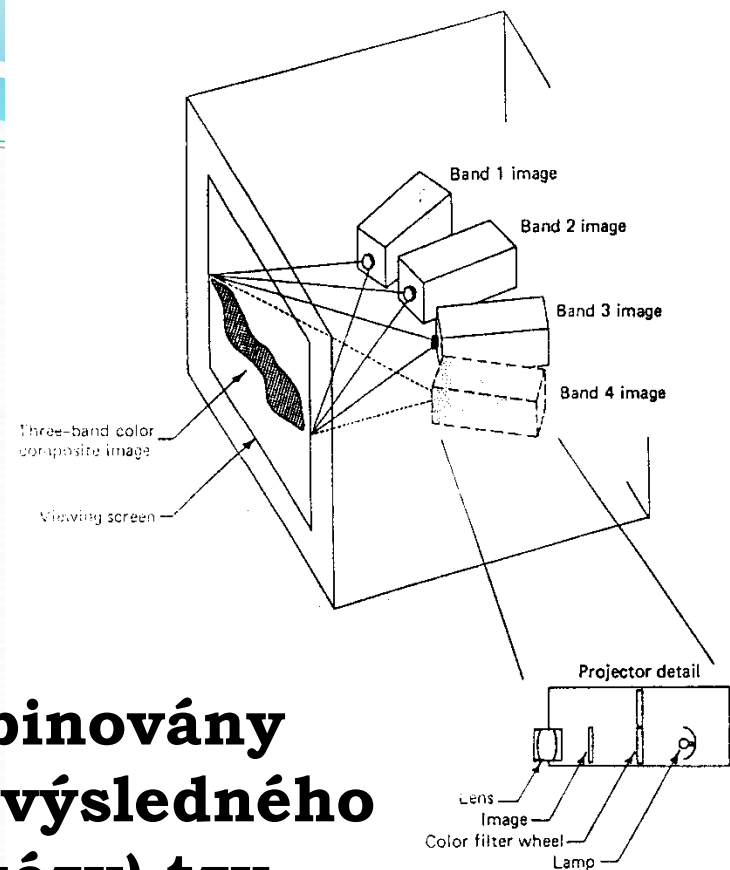
Multispektrální komory

- Mají několik objektivů a nebo tzv. spektrální dělič.
- Vytvářejí sady černobílých snímků téhož území, z nichž každý zaznamenává elektromagnetické záření v určitém omezeném oboru spektra - spektrálním pásmu.
- Jednotlivé snímky jsou černobílé a nazývají se tzv. spektrální výtažky.

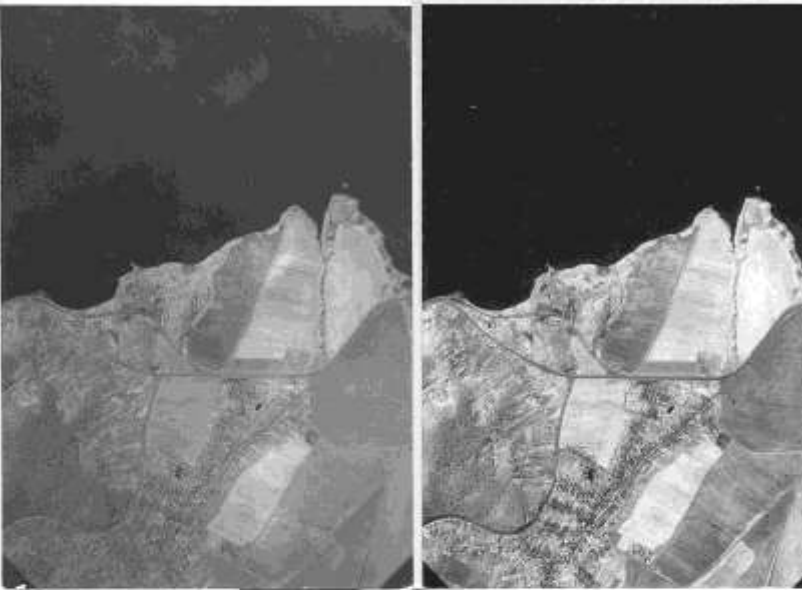


Multispektrální projektor

- **Spektrální výtažky jsou kombinovány (obvykle po třech snímcích) do výsledného barevného obrazu (barevné syntézy) tzv. aditivním skládáním.**
- **Podle toho, jaké spektrální výtažky jsou kombinovány (v jakých vlnových délkách) vznikne barevný obraz v pravých nebo nepravých barvách.**



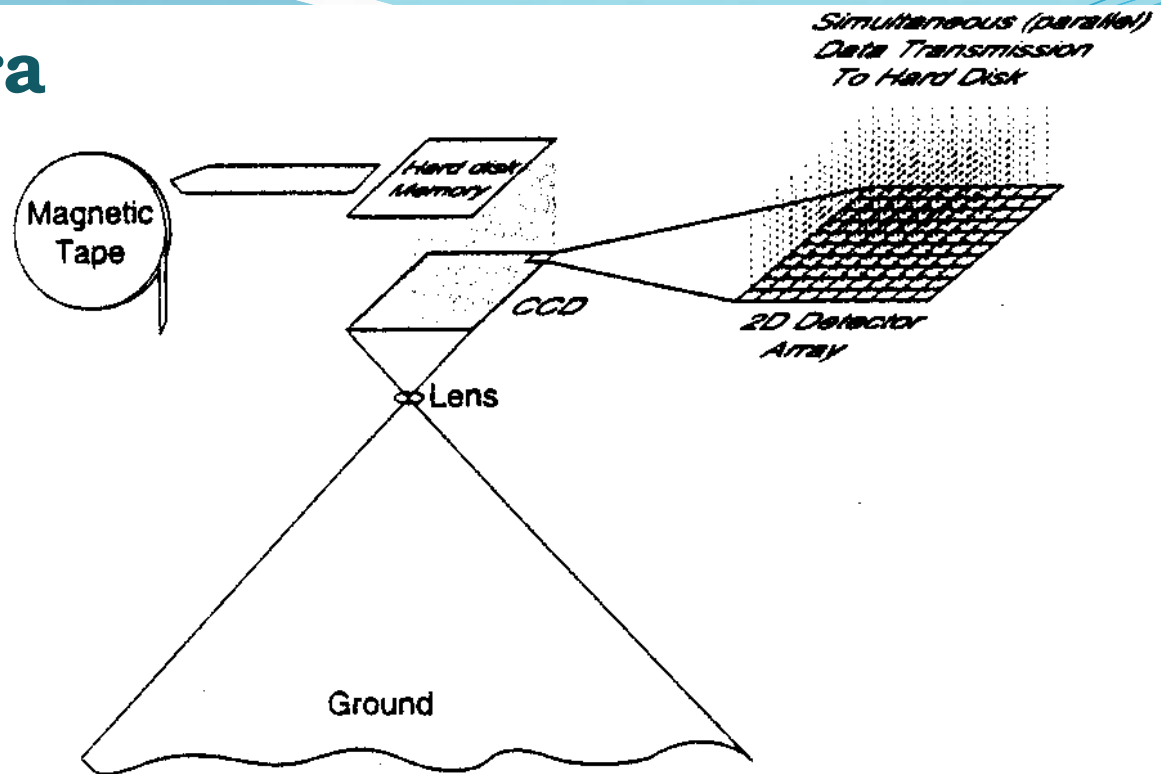
Spektrální výtažky



Barevná syntéza



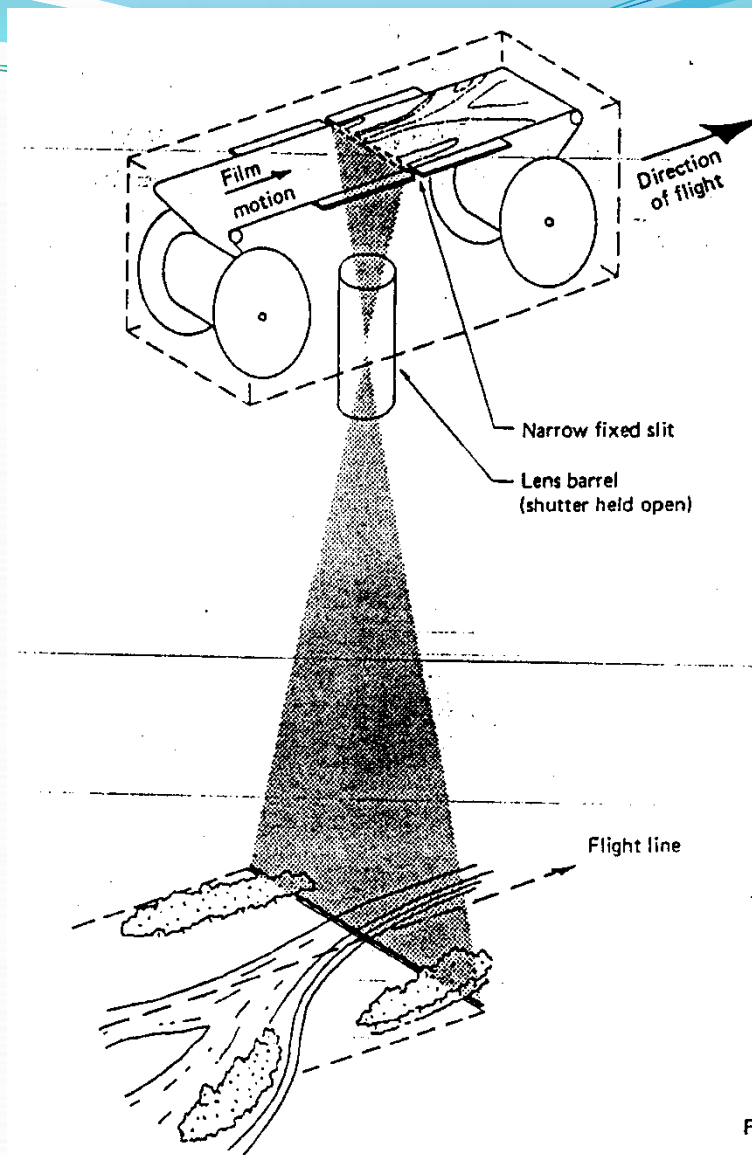
Digitální kamera



- Snímek vzniká na matici CCD detektorů.
- Každý detektor snímá jeden obrazový prvek (pixel).
- Snímky se vyznačují větším radiometrickým rozlišením (více odstínů šedi) ale menším prostorovým rozlišením.

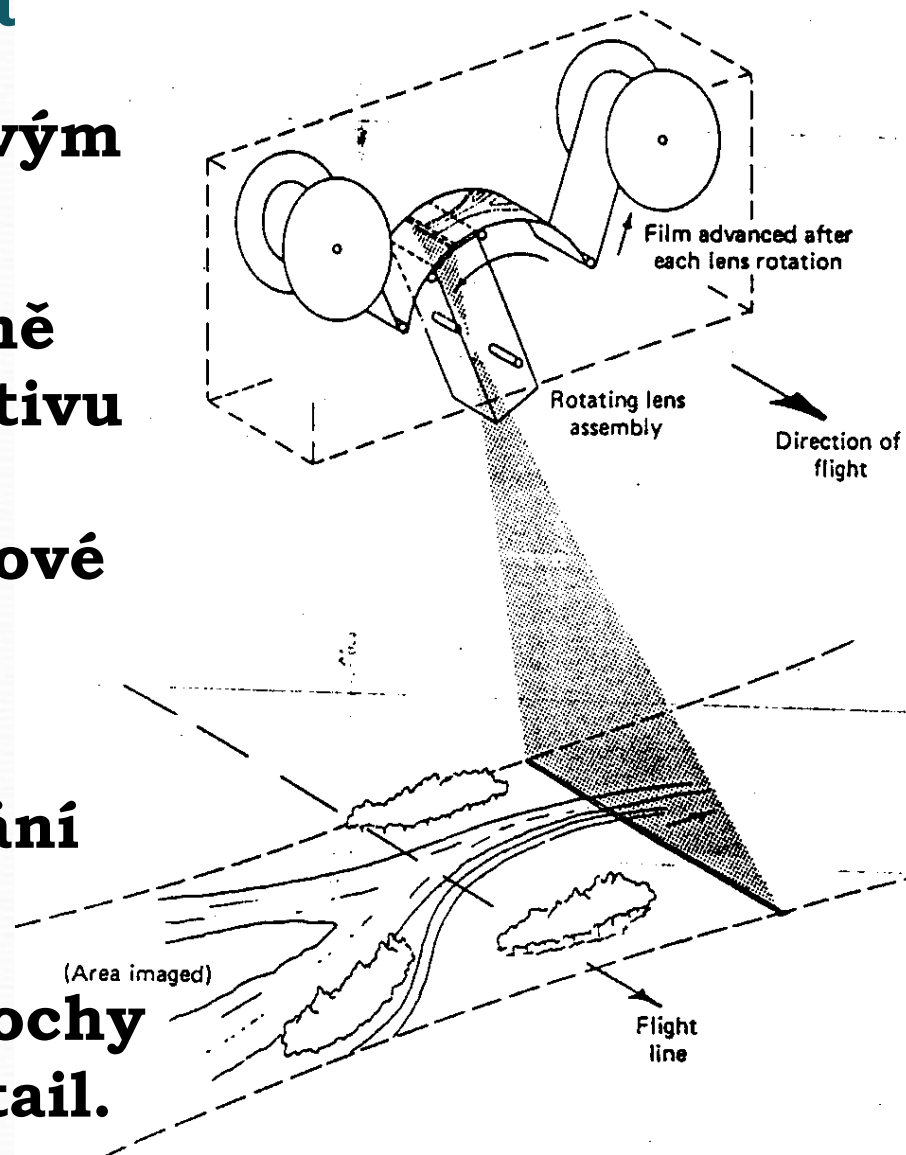
Štěrbínová kamera

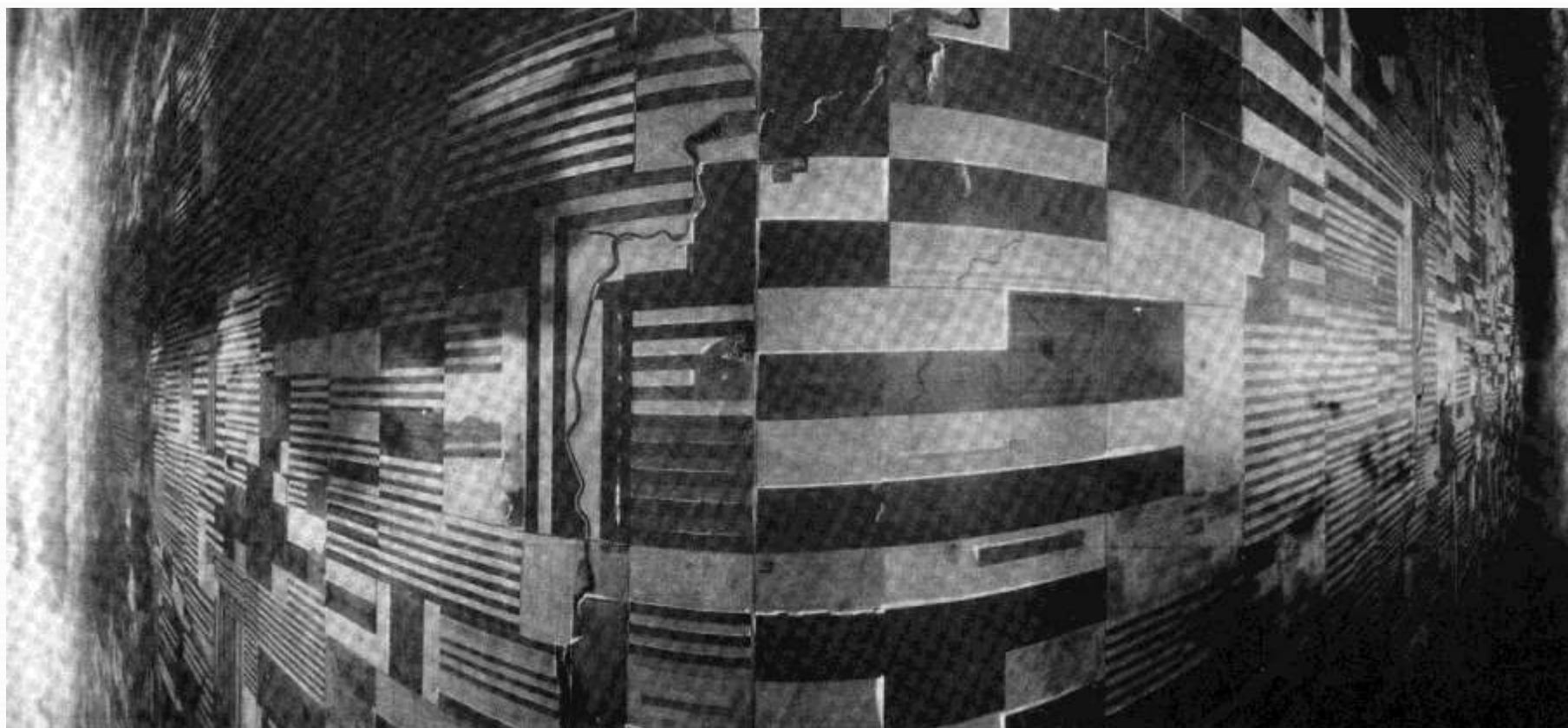
- Nemá uzávěrku ale jen štěrbinu, kterou světlo dopadá na převíjející se film neustále.
- Vzniká jediný exponovaný souvislý pás.
- Používá se ke snímání liniových prvků a k interpretačním účelům.



Panoramatická kamera

- Vytvářejí snímky s obrazovým úhlem přes 120 stupňů.
- Film je exponován postupně pomocí otáčejícího se objektivu kolmo ke dráze letu na zakřiveném povrchu ohniskové roviny.
- Okraje snímků podléhají kompresi a značnému kolísání měřítka.
- Snímky pokrývají velké plochy území, poskytují značný detail.





Snímek pořízený panoramatickou kamerou

Letecký měřický snímek a jeho součásti

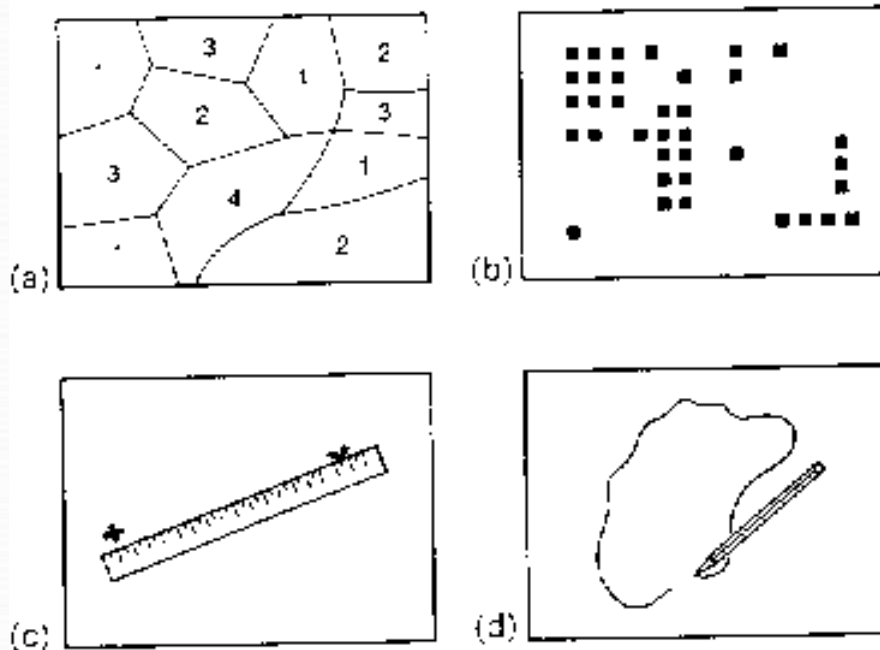
Standardní rozměry snímků:

- 18 x 18 cm
- 23 x 23 cm
- 30 x 30 cm



- Kromě vlastního obrazu snímek obsahuje rámové údaje.
- Jsou záznamem stavu přístrojů a konstant kamery.
- Jedná se především o číslo kamery, ohniskovou vzdálenost objektivu, bublinu libely (tj. odchylka osy kamery od svislice), čas pořízení snímku, pořadové číslo snímku, rámové značky.

Základní úkoly interpretace



- a) **Klasifikace areálů**
- b) **Výčet objektů**
- c) **Měření objektů**
- d) **Vymezování areálů**

Práce se snímky

- **monoskopická (jednosnímková) pozorování**
- **stereoskopická pozorování**

Sestavování snímků:

- **volná fotomozaika**
- **fotoplán** (překreslený fotografický měřický snímek (popř. montáž více snímků) rovinného objektu nebo území v požadovaném měřítku)
- **ortofotomapa** (ortorektifikace, měřítko, souřadnicový systém, legenda, tiráž..., tematická, topografická)

Stereoskopická pozorování

princip stereoskopického vidění

stereoskop

stereoskopické dvojice snímků

- **paralelní osy záběru**
- **překryv 60 %**
- **přibližně stejné měřítko**



Způsoby generování stereovjemu:

- **stereoskop**
- **anaglyf**
- **holografie**
- **digitální fgm stanice**



Letecké snímky v ČR

Do konce r. 1988 byla každá letecká fotografie tajná.

Vojenské objekty se stupněm utajení T a PT byly na snímcích vykrývány (a tak se na ně nepřímo upozorňovalo)

S rozvojem DPZ a možnostmi družicových snímků se od 1.1. 1991 od utajování upustilo.

Od roku 1951 byl vytvořen archiv LS ve VTÚ v Dobrušce.

Snímky byly vytvořeny komorami různých typů v měřítkách od 1 : 3000 do 1 : 40 000.

Z předválečného období 1935–1938 je archivováno 19 800 snímků. Nepokrývají však celé území ČR.

Na počátku 90. let to bylo již více než 1 milion snímků, většinou černobílých ve viditelné části spektra.

V rámci systematické obnovy a údržby map bylo celé území státu od r. 1964 nasnímáno třikrát. V 90. letech se provádělo snímkování v měřítkách 1 : 20 000 a 1 : 30 000.

Poskytovatelé leteckých snímků v ČR

- **Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad (Dobruška) (historické snímkování)**

- **Český úřad zeměměřický a katastrální
archív leteckých měřických snímků:**

<http://lms.cuzk.cz/lms/>

poskytování dat studentům

http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/Zapujceni_dat_studentum.pdf

- **soukromé společnosti**

**Geodis, ARGUS GEO SYSTÉM s.r.o, AeroData, TopGIS ,
GISAT, UpVision (UAV)**

- **Správy CHKO a NP**
- **Státní správa (odbory ŽP)**

Ortofotomapa

- Definice - mapa zachovávající fotografický obraz území, tvořená jedním nebo montáží více ortofotosnímků (ortofotem) a opatřená dalšími náležitostmi mapy (měřítkem, vybranými mapovými značkami, souřadnicovou sítí, rámem mapy, popisem mapy atd.)
- Nová technika umožňuje zvýšit prostorové rozlišení jednoho pixelu až na úroveň 10-5cm x polohová přesnost!!! (důležitá metadata od poskytovatele – např. ortofoto pokrývající Dánsko pixel 20 cm, ale deklarovaná absolutní přesnost 0,6 m; BLOMS 4CM LONDON – ortofotomapa pokrývající území centrálního Londýna (více než 500 km²) s rozměrem pixelu 4 cm a deklarovanou absolutní polohovou přesností 0,3 m.
- Využití – kontrola v katastru nemovitostí, komplexní pozemkové úpravy, územně analytické podklady pro územní plány, vrstvy v GISech pro IZS

Kvalita geometrické interpretace na ortofotomapě

- A. jednoznačně identifikovatelné ve všech obdobích vhodných pro snímkování (0,7 pixelu),
- B. dobře identifikovatelné ve většině období vhodných pro snímkování (1,5 pixelu),
- C. geometricky nejistě identifikovatelné, avšak na ortofotu viditelné (3 pixely),
- D. částečně nebo úplně zakryté stavbou nebo vegetací, ale polohu lze odhadnout (6 pixelů)

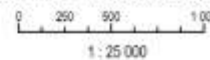


zdroj: [http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/\\$pid/MZPMSG0E9EQP](http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/$pid/MZPMSG0E9EQP)

**Příloha 3:
PROTOTYP TEMATICKÉ ORTOFOTOMAPY (TEMA1)**

OPERACE "HIDDEN POWER"

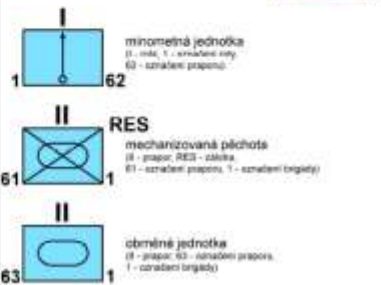
Útok mechanizovaného praporek



Jednotky vlastního vojska

Současná poloha

Připravená poloha



Jednotky nepřátelského vojska



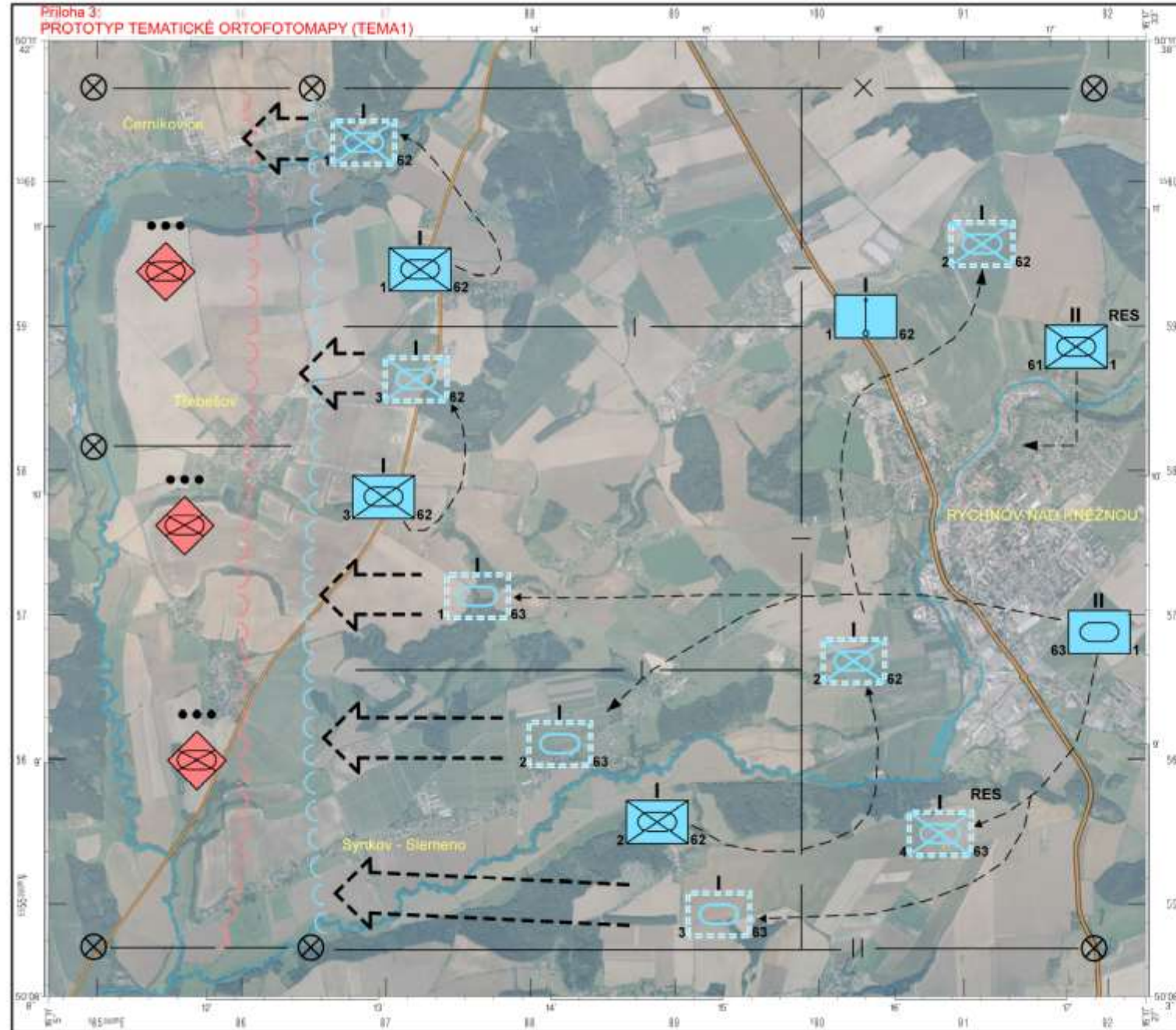
Taktika



Vybrané prvky v území



Územní grafický referenční systém 1945 (MGRS)
 Územní referenční potměrová Mercatorova (UTM)
 Převzaté souřadnice sUTM v měřítku 1 km, 35. zóna
 Zásadní síňka: Opatřová síňka
 Doplňovací údaje 25 (DMR 25): Opatřová síňka
 © Ministerstvo obrany ČR, 2011
 Grafický návrh: Luboš BELKA, Vít VOZENÍLEK



Luboš BELKA, Vít VOZENÍLEK

