



# Fotogrammetrie

## Základní pojmy, rozdělení, metody a využití

**Kartografie**  
přednáška 12

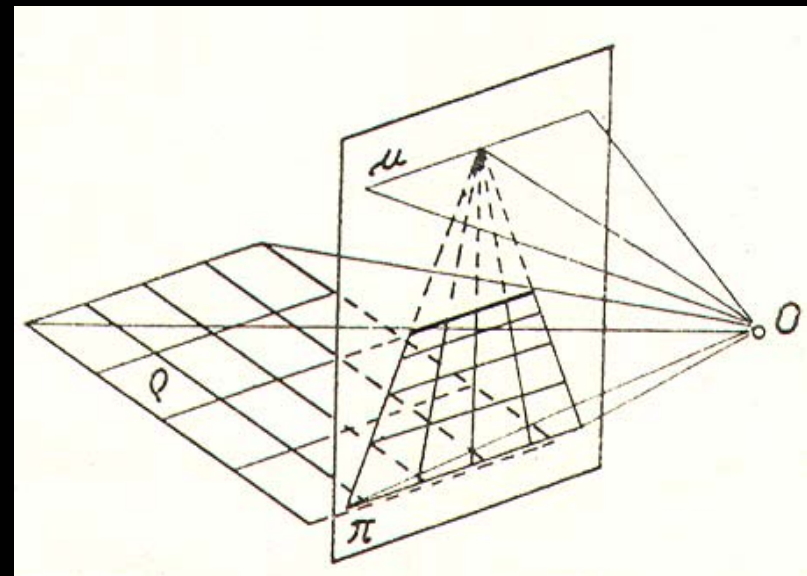
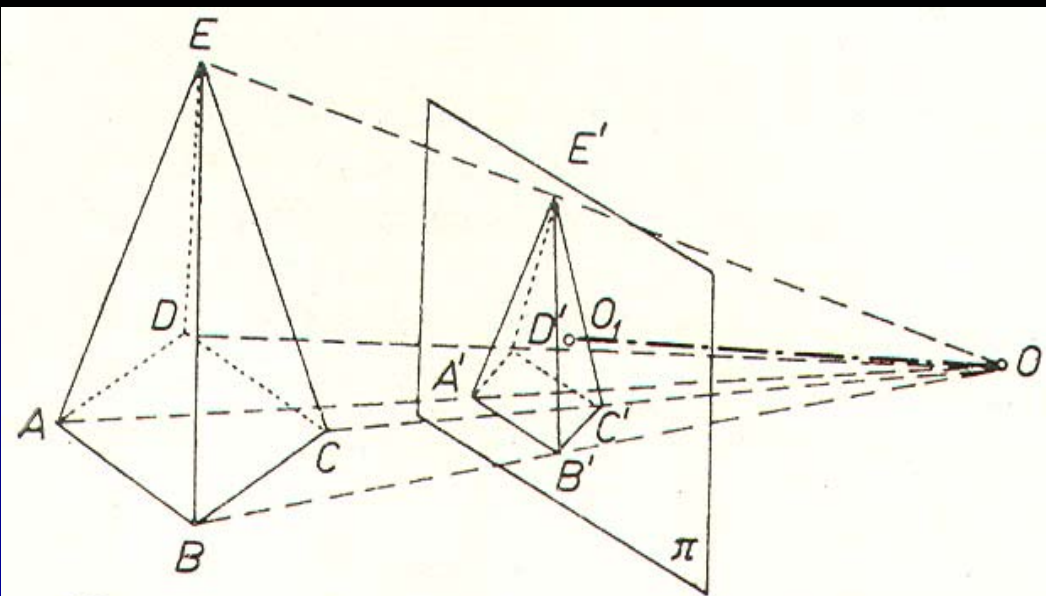
# Fotogrammetrie

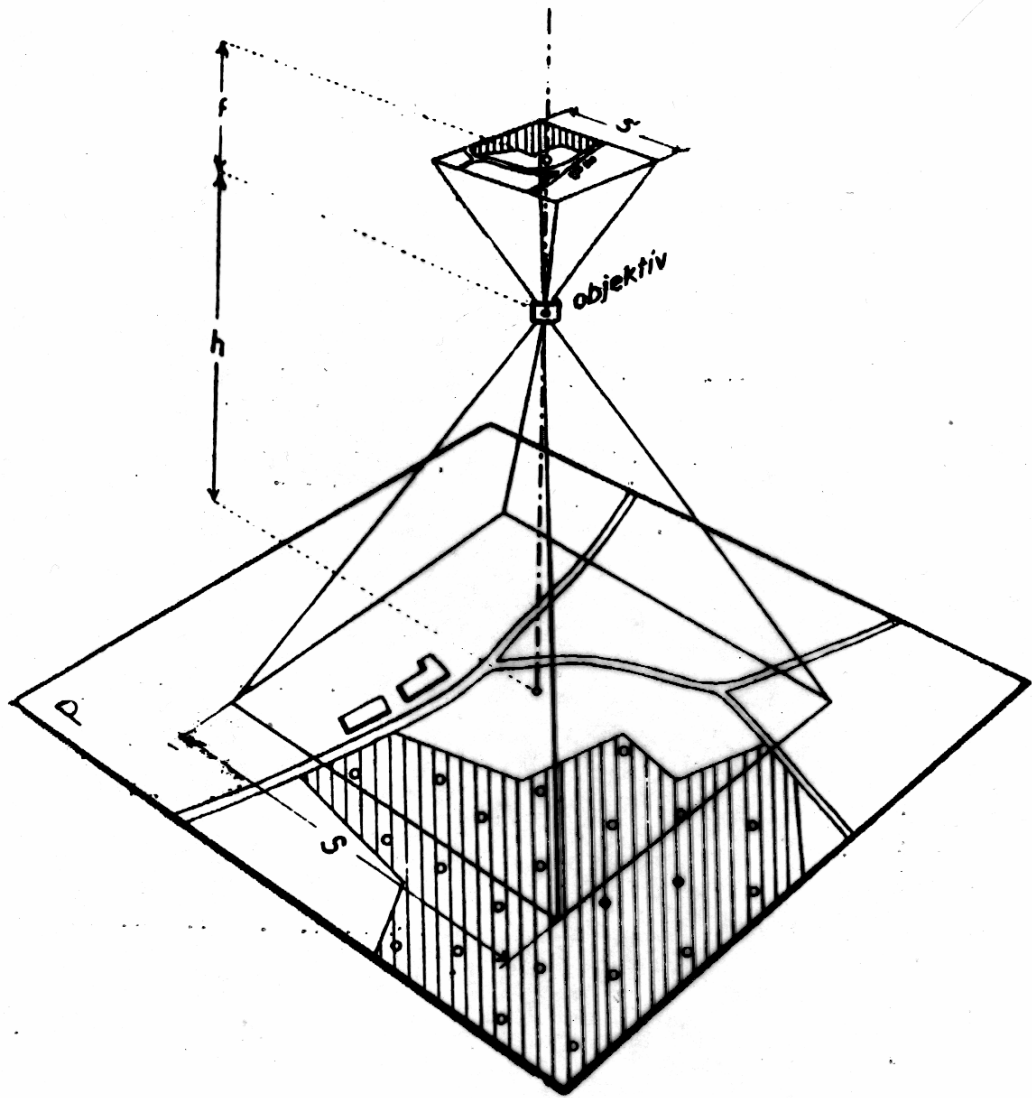
- název fotogrammetrie vznikl složením tří řeckých slov:
  - **photos** - světlo
  - **gramma** - záznam (napsáno, nakresleno)
  - **metron** - měřit
- slovo **fotogrammetrie** vzniklo ze snahy nazvat vhodným způsobem činnost zabývající se měřením světelných záznamů (fotografických snímků)
- počátky fotogrammetrie sahají dávno před vynález fotografie
- snímek je středovým průmětem pozorovaného území

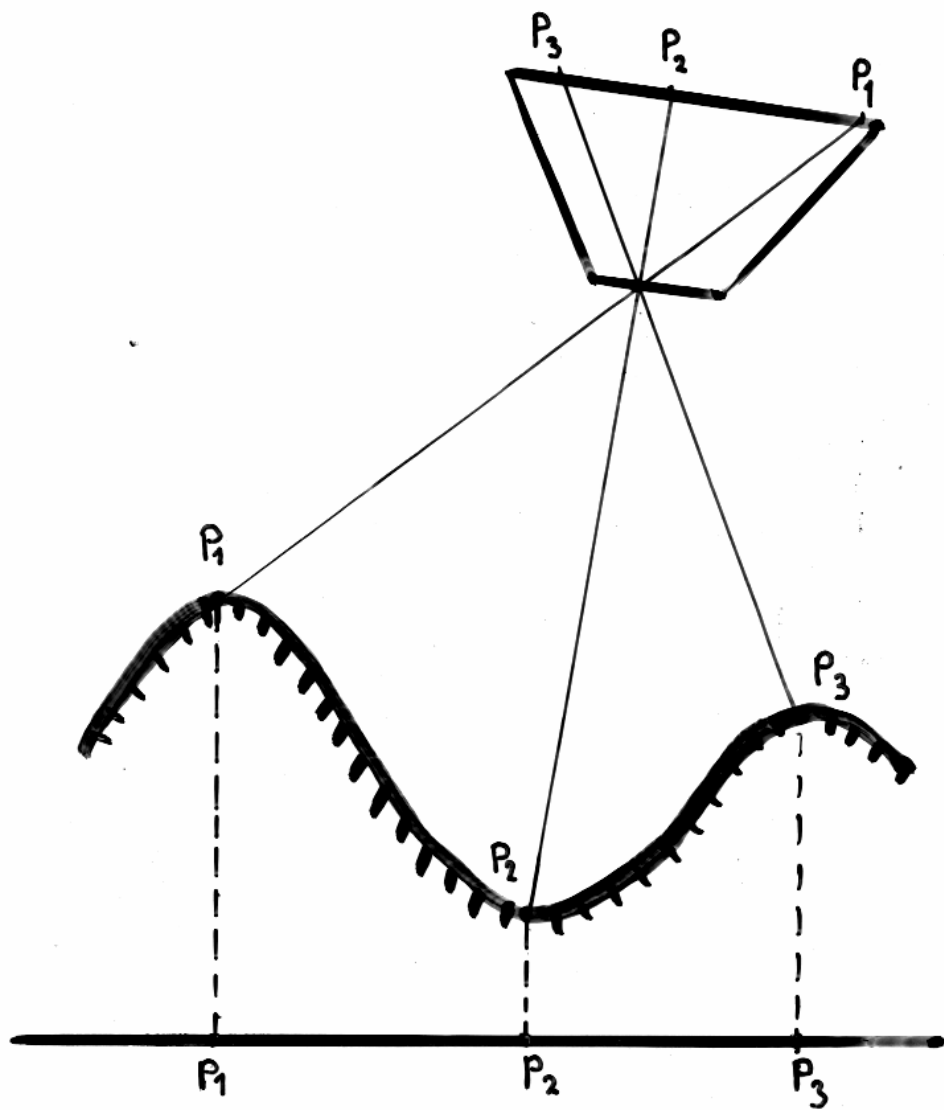
- **Leonardo da Vinci** (15. stol) → první dírková komora → pomocí ní obkresloval středové průměty a rekonstruoval obrazy zpět na mapový obraz → první využití fotogrammetrie
- vědní obor (nauka) zabývající se zpracováním informací o objektech měření získaných pomocí fotografických snímků
- snímky jsou pořízeny:
  - z výšky
  - ze země
- tvoří součást **DPZ** → zobrazení skutečnosti se děje bez přímého proměřování (bez dotykového měření)

- informace o předmětech se nezískávají  
přímým měřením, ale měřením jejich  
fotografických obrazů
- fotogrammetrie využívá ke své práci  
fotografické snímky:
  - technicky zachycený a ustálený obraz  
daného objektu
  - je nositelem informací
- fotografický snímek vzniká procesem  
středového promítání a perspektivního  
zobrazení
  - obrazem každého předmětového bodu,  
přímky a roviny je zase bod, přímka a rovina

- spojnice předmětového a odpovídajícího obrazového bodu prochází středem promítání
- tvar a velikost středového průmětu stejného předmětu závisí na:
  - vzájemné poloze středu promítání  $O$  a obrazové roviny  $\pi$
  - vzájemné poloze promítacího útvaru  $(O, \pi)$  k určovanému předmětu







SNÍMEK

TERÉN

MAPA

- snímek je exaktním (přesným) středovým průmětem fotografovaného předmětu
- základním úkolem fotogrammetrie je převedení tohoto středového průmětu na průmět pravoúhlý
- ze snímků získáváme:
  - měřické informace
  - charakteristické vlastnosti předmětů (tvar, rozměr a poloha)
- podle nich řadíme předměty do určité třídy (skupiny předmětů)

## fotointerpretace (čtení)

- schopnost rozeznat, identifikovat a klasifikovat předměty zobrazené na fotografických snímcích



- ❑ existují geometrické vztahy mezi předmětem a jeho snímkem
- ❑ tyto vztahy lze určit fotogrammetrickými přístroji
  - početně
  - graficky
  - mechanicky
- ❑ pomocí těchto přístrojů lze snímky proměřit a údaje zpracovat (vyhodnotit)
- ❑ každý fotografický snímek nelze použít pro měřické účely
- ❑ fotografický snímek musí být pořízen zvláštním aparátem se speciálním vybavením
- ❑ toto zařízení se nazývá fotografická měřická komora

# Rozdělení fotogrammetrie

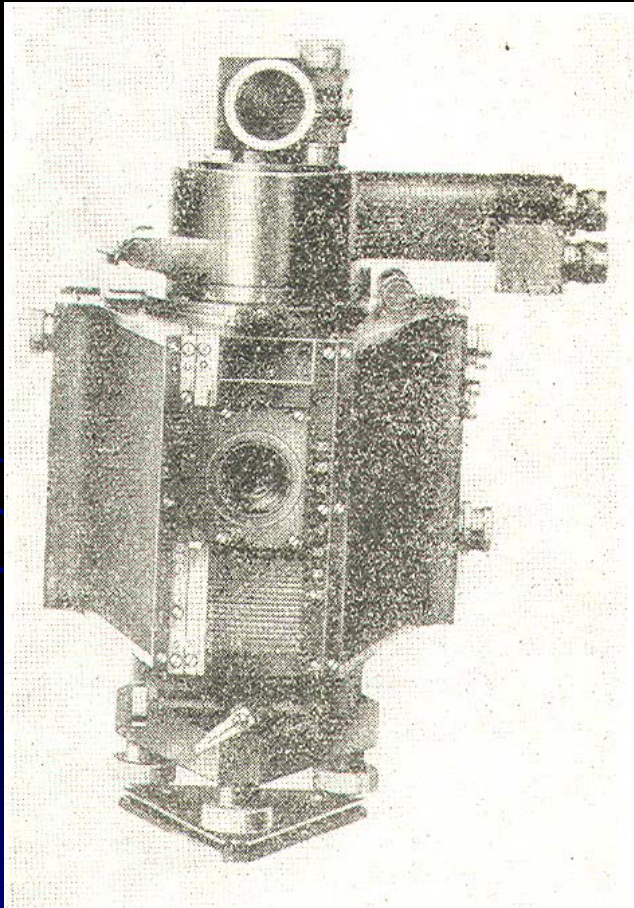
## 1. podle způsobu získávání snímků

### ▶ pozemní (terrestrická)

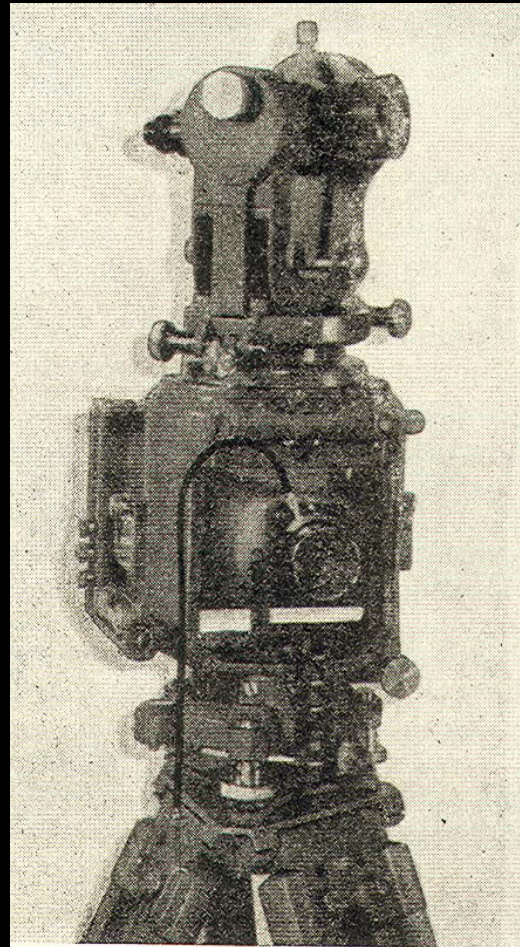
- podkladem je snímek nebo dvojice snímků pořízených **fototeodolitem** z pevného stanoviska na zemi
- užívá se pro měření menších území
  - lomy a povrchové doly
  - horské oblasti
  - archeologické lokality
  - výškové plány pro hrazení bystřin
  - snímky pro sledování erozní činnosti vod

# Fototeodolity

Zeiss



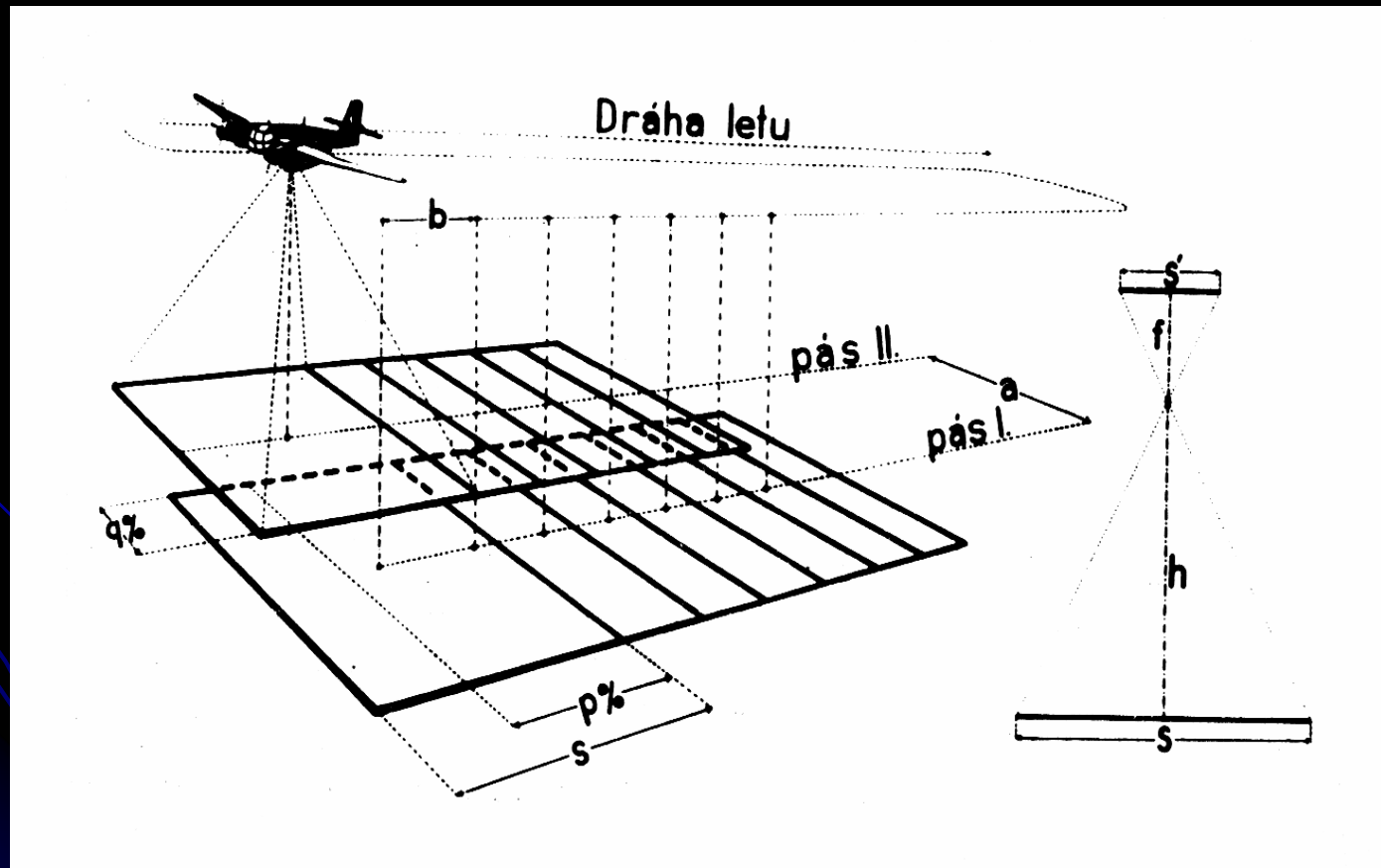
Wild



## ► letecká

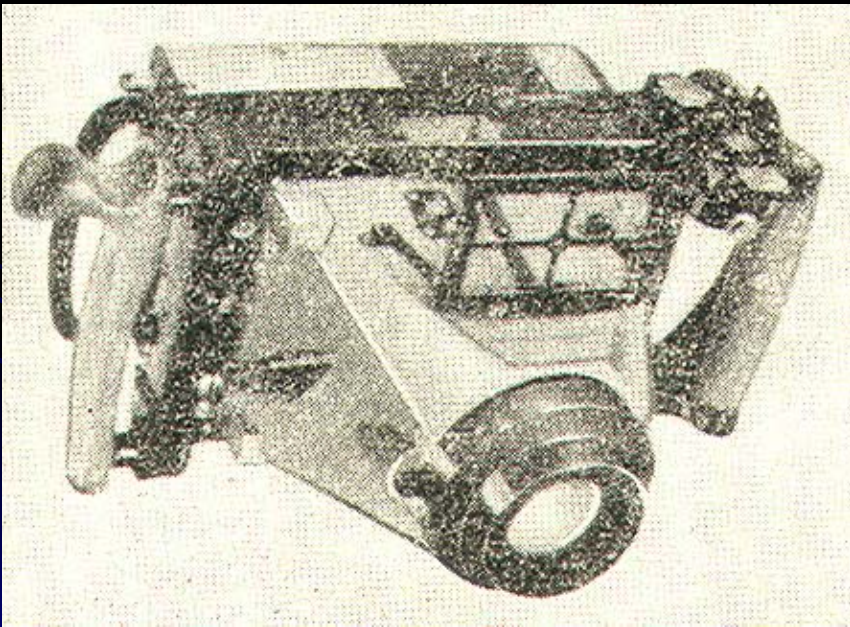
- snímky pořízeny z letadla, vrtulníku nebo balónu
- přístroj na pořizování snímků se jmenuje **fotografická měřická komora**
- podle směru fotografování (směru sklonu osy záběru) rozeznáváme snímky:
  - **horizontální**
  - **vertikální**
  - **šikmé**
- podle způsobu fotografování:
  - **snímky jednotlivé** (orientační)
  - **snímky řadové** (fotografovány za sebou tak, aby se překrývaly)

- podélný překryt snímků v řadách by měl být 60 %, překrytí řad 30 % → jistota, že každé místo v terénu bylo vyfotografováno dvakrát
- nejvýhodnější a nejpoužívanější jsou snímky svislé → jednotné měřítko po celé ploše snímku

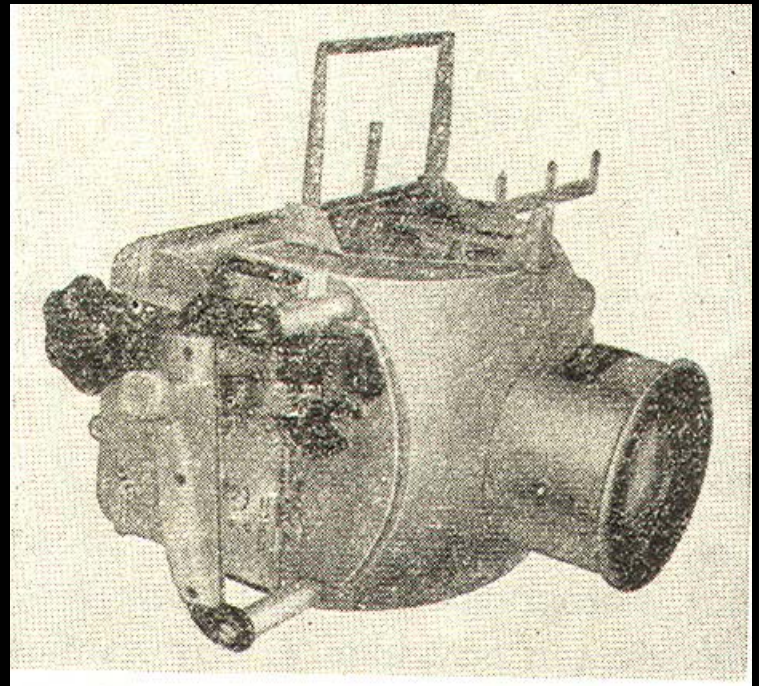


# Fotokomory

Wild



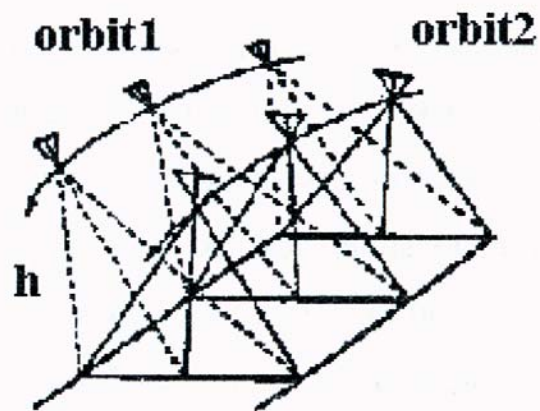
Zeiss



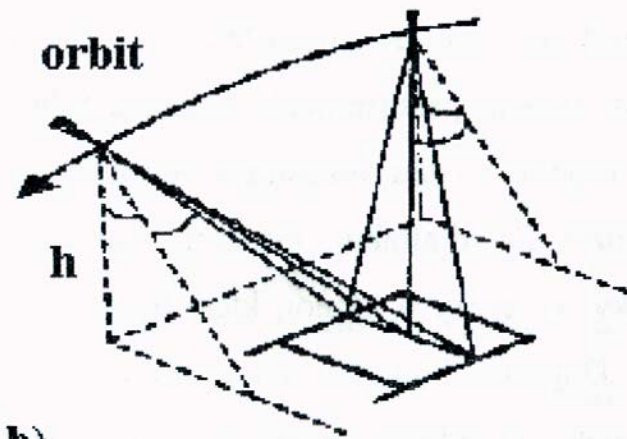
## ► družicová

- snímky jsou pořizovány z kosmických nosičů (na magnetická media)
- družice mohou pořizovat stereoskopické záběry celkem třemi způsoby:
  - snímáním zájmového území ze dvou po sobě následujících drah s tím, že v jednom případě je nutno provést náklon skeneru do strany (základna je vzdálenost mezi dvěma sousedními drahami)
  - náklonem skeneru ve směru letu vpřed a zpět (základna je délka dráhy mezi oběma náklony)
  - využitím překrytu území, snímaného ze sousedních drah (špatný základnový poměr, prakticky se nevyužívá)

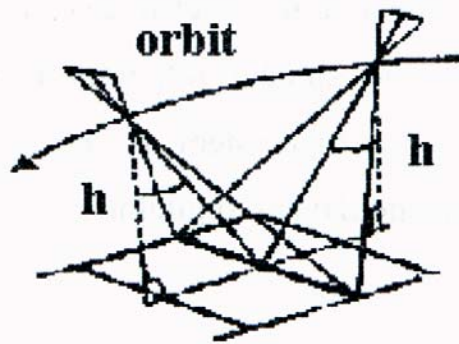
# Snímání povrchu Země z družic



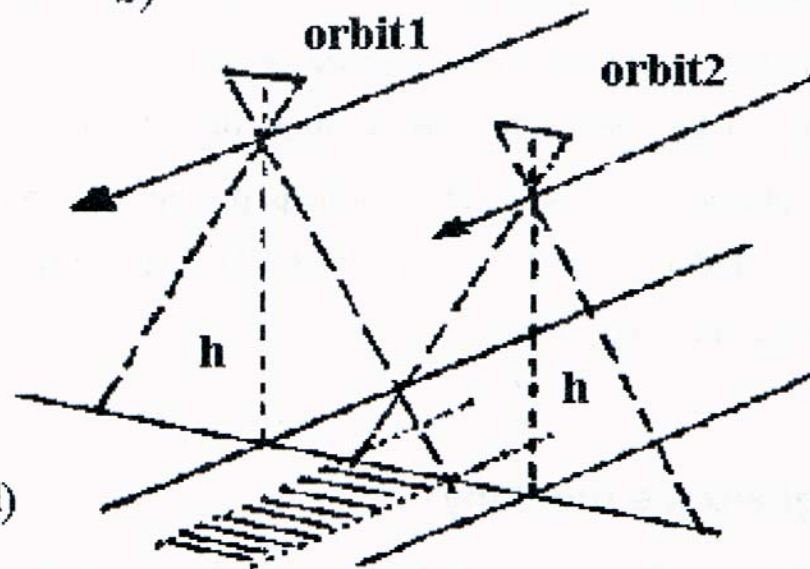
a)



b)



c)



d)



## 2. podle způsobu vyhodnocování

### ▶ jednosnímková

- vyhodnocuje jednotlivé snímky
- výsledkem je rovinný obraz
- získáváme tak pouze polohopis
- omezená působnost
- malá přesnost

### ▶ dvousnímková

- snímky pořízené ze dvou různých stanovisek
- vzdálenost mezi stanovisky se nazývá **fotogrammetrická základna**

- výsledkem je prostorový model vytvořený ze snímkové dvojice
- získáváme tak polohopis i výškopis

## ➤ průseková metoda

- osy záběru jsou obecně položené
- odvozuje půdorys krajiny postupným protínáním ze snímků pořízených z geodeticky známých stanovisek
- nevýhodou je špatná identifikace bodů
- v současnosti už se nepoužívá

## ➤ stereofotogrammetrie

- osy záběru jsou aspoň přibližně rovnoběžné
- využívá stereoskopické vidění a měření

# Stereoskopické vidění

- ❖ vychází z fyziologické vlastnosti lidských očí vidět prostorově
- ❖ stereoskopické vidění vzniká v našich očích a mozku jako výsledek dvojstředového promítání
- ❖ pozorovací paprsky levého a pravého oka se v prostoru protínají a vytvářejí zdánlivý prostorový model objektu
- ❖ prostorový vjem se znásobuje, pokud jsou obrazy pořízeny z větší základny
- ❖ rozdíl vzdáleností identických bodů od hlavních bodů snímků se nazývá paralaxa
- ❖ pro ulehčení stereoskopického vidění byly zhotoveny různé pomůcky → **stereoskop**

## ▶ **vícesnímková**

- zpracování více snímků najednou → využití při **aerotriangulaci**

### 3. podle způsobu získávání informací ze snímků

#### ▶ analytické metody

- digitalizace snímků
- digitalizované souřadnice se na počítačích transformují do geodetického souřadnicového systému a dále počítačově zpracují

#### ▶ analogové metody

- přístroje vytvářejí technickými prostředky analogii vzniku snímků univerzální metodou (vyhodnocuje se polohopis i výškopis území)
  - stereopantometry
  - aeroprojektory
  - stereoplanigrafy

## 4. z hlediska využití

### ▶ topografická

- zabývá se vyhodnocováním snímků ke geodetickým a topografickým účelům

### letecká

- zhotovování plánů a map
- pořizování a obnova map velkých a především středních měřítek

### pozemní

- mapování menších ale skalnatých a strmých území
- pořízení mapového podkladu pro projektování staveb (údolní přehrady, mosty)

## ► netopografická

- používá snímků k vědeckým a jiným technickým účelům
  - lesnictví
    - pořizování a obnova lesnických map 1 : 5 000
    - plánování výsadby a těžby dřeva
    - možnost rozlišení věku a druhu dřeviny
    - odvození taxačních charakteristik porostů
    - rozlišení a klasifikace ploch
    - odhad dřevní hmoty
    - odhad rozsahu škod způsobených vichřicemi, škůdci a exhalacemi

## ▪ zemědělství

- agropedologický rozbor
- hospodářsko-technické úpravy pozemků
- projektování meliorací

## ▪ strojírenství

- deformace, kontrola umístění obráběcích strojů
- přispívají ke zpracování programů pro číslicově řízené obráběcí stroje

## ▪ stavebnictví

- měření deformací a sedání staveb

## ▪ geologie

- průzkum povrchu → odhalení různých podpovrchových nalezišť

## ▪ archeologie

- pomocí snímků odkryta pravěká sídliště

## ▪ územní plánování

## ▪ životní prostředí

## ▪ meteorologie

- snímky z družic

## ▪ architektura

- dokumentace historických památek a jejich rekonstrukce



- **oceanografie**

- mapování mořského pobřeží

- **moderní kriminalistika**

- vyšetřování dopravních nehod
- sledování povrchu vozovek

- **medicína (chirurgie)**

- mikrofotogrammetrie a rentgenofotogrammetrie
- pooperační stavy a dokumentace při tvorbě protéz

# Digitální záznam obrazu

- ❑ první rozvoj digitálních technologií v 50. letech s nástupem elektroniky
- ❑ malé využití vzhledem k pomalé rychlosti tehdejších počítačů
- ❑ masové rozšíření digitální technologie po vstupu osobních počítačů na trh v 80. letech
- ❑ na konci 80. let prosazení také ve fotogrammetrii

## výhody:

- snadný a moderní přenos dat
- dokonalé kopírování obrázku
- citlivější přijímače
- snadnější odstranění šumu
- nové možnosti zpracování obrazu
- možnost automatického zpracování

# Digitální obraz vzniká dvojím způsobem:

## 1. přímo v digitální podobě

- primární získání digitálního obrazu je umožněno konstrukcí přijímacího zařízení, které registruje radiometrické veličiny z oblasti, která je zdrojem záření a zapisuje je v číselné podobě
- využití prvků CCD (Charge Couple Device) jako čidel detekujících elektromagnetické záření

## 2. digitalizací analogového obrazu (skenováním)

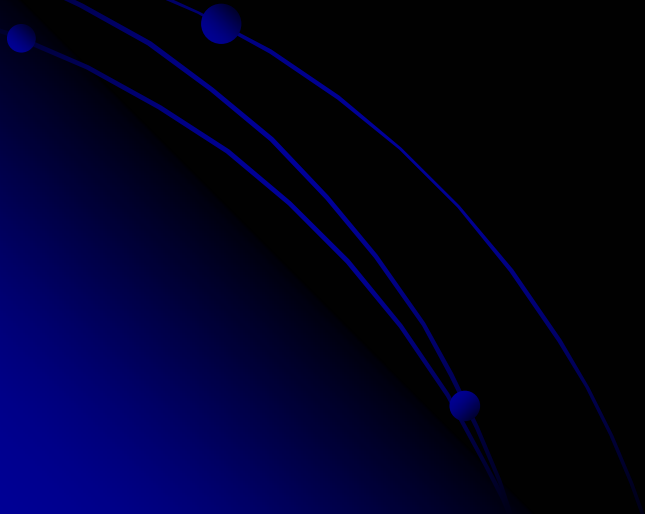
- skenování negativu, diapozitivu nebo pozitivu probíhá na pevných laboratorních skenerech
- přesnost digitalizace závisí na typu skeneru a jeho rozlišení
- po skenování se digitální obraz ukládá a dále zpracovává ve zvoleném grafickém formátu (TIFF, PCX, IMG, GIF, JPEG, BMP apod.)

# Digitální komory (digitální fotoaparáty)

- rozlišení je dnes srovnatelné s rozlišením fotografických materiálů
- matice CCD ale běžně nepokrývají celou plochu obyčejného políčka filmu a nedosahují proto takové kvality rozlišení jako klasické fotografické materiály
- kvalitnější digitální komory jsou drahé
- levnější, dlouhodobě užívané a technologicky zcela zvládnuté je použití skenované klasické fotografie

# Přínos letecké fotogrammetrie

- rychlost pracovního postupu při topografickém mapování
- přesnost a tvarová věrnost zobrazení terénu
- zachycení aktuálního stavu k určitému časovému termínu
- hospodárnost (při mapování většího území)



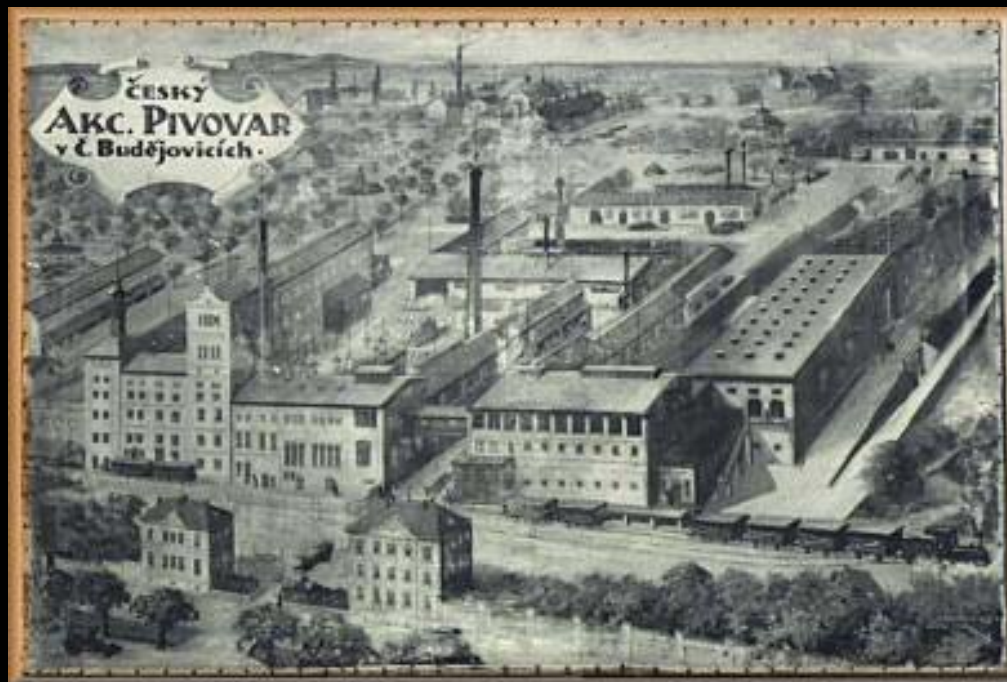
# Část leteckého snímku



# Letecký snímek

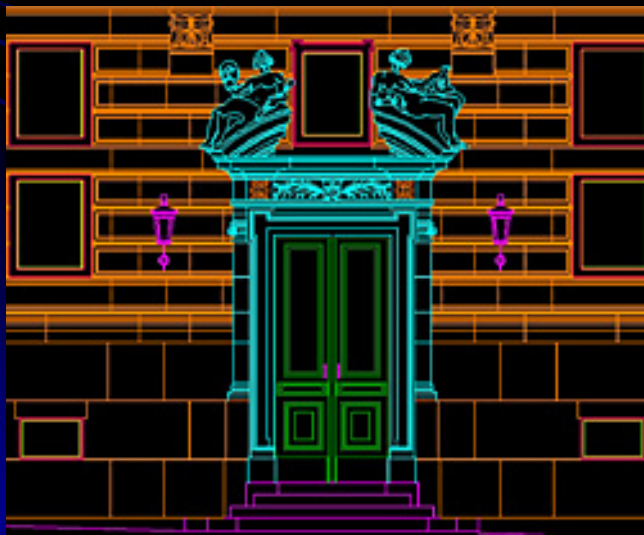


# Pozemní fotogrammetrie snímky pivovaru Budvar





# Využití pozemní fotogrammetrie v architektuře a stavebnictví



# Družicová ortofotomapa

