

## Základy fotogrammetrie

### 1. Základní pojmy a definice, rozdělení metod fotogrammetrie, historický přehled

Fotogrammetrie je měřická metoda, která se zabývá rekonstrukcí tvaru, velikosti a polohy předmětů z jejich fotografických snímků.

Fotogrammetrie se zabývá měřickými vlastnostmi leteckých a družicových snímků s cílem přesných měření polohy bodů a získáváním map nebo digitálních modelů terénu z těchto snímků.

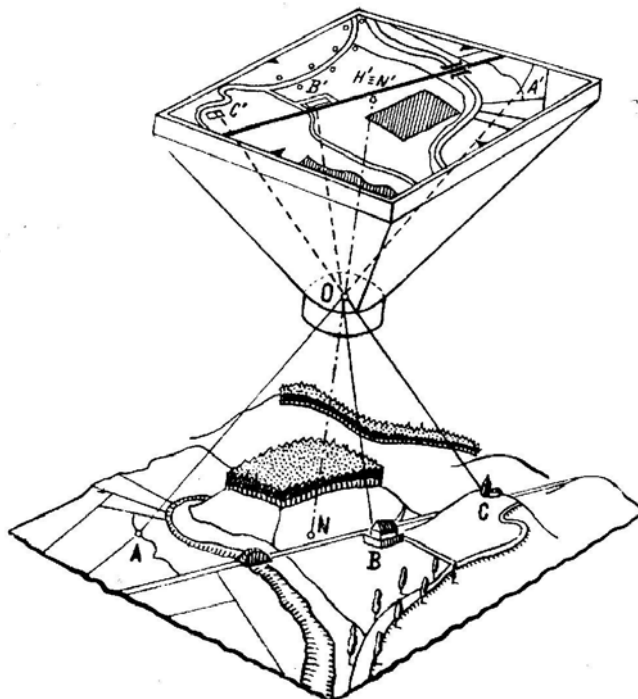
Fotogrammetrie je měřická metoda umožňující modelování v 3D prostoru s využitím 2D snímků. (Kasser, Egels, 2002)



Obr. 1.1 Letecký měřický snímek

Základy fotogrammetrie jsou důležité i pro interpretační část DPZ, protože kvantifikují výsledky interpretace ve smyslu jejich rozsahu a polohy. Otázka interpreta "co?" je na snímku je obvykle doprovázena otázkou "kde?" se daný jev nebo objekt nachází a také jaký je jeho rozsah (plocha, velikost).

S postupným zlepšováním geometrických vlastností družicových dat dochází ke konvergenci fotogrammetrie a DPZ v oblasti geometrické transformace snímků. Vysoká geometrická rozlišovací schopnost, větší stabilita nosičů, využití metod GPS pro přesné určování polohy nosiče v prostoru a schopnost vytvářet snímkové stereopáry umožňují principy fotogrammetrie aplikovat i na snímky z družic jako SPOT, IKONOS či QuickBird.



Obr. 1.2 Fotografický snímek jako model krajiny

Fotografický snímek představuje **model** studovaného území - je za určitých podmínek exaktním perspektivním zobrazením předmětů vzniklým tzv. **centrální projekcí** (středovým promítáním). Jednoznačné geometrické vztahy, které byly mezi předmětem a jeho obrazem v době snímkování je možné rekonstruovat na základě geometrických veličin zachycených na snímku a tedy nahradit měření na snímku měřením přímo na předmětu. Informace ze snímků mohou mít trojí povahu:

1. Grafickou (mapy, plány)
2. Číselnou (trojrozměrné souřadnice bodů)
3. Obrazovou (fotoplány, fotomapy či ortofotosnímky – tzv. překreslené snímky)

To, že se měření nerealizuje na předmětu, ale na jeho obraze (snímku), má určité výhody:

- měření se provádí bez přímého dotyku s předmětem
- informace na snímku zachycují stav předmětu v určitém časovém okamžiku – má dokumentační hodnotu pro studium dynamiky jevů
- vlastní mapování se děje mimo prostor předmětu, lze ho snadno opakovat
- postup zpracování umožňuje vysoký stupeň automatizace.

Fotogrammetrické metody zabírají velkou šíři postupů od zjišťování přibližných vzdáleností a výšek ze snímku pomocí relativně jednoduchých grafických metod či relativně jednoduchých přístrojů až po tvorbu velmi přesných topografických map za pomoci složité výpočetní techniky a komplexních metod trojrozměrné geometrie.

Podle polohy stanoviště lze fotogrammetrii dělit na **pozemní**, kdy snímky jsou pořízeny z pevného stanoviště, jehož poloha je většinou přesně zaměřena. Hlavní využití pozemní fotogrammetrie je v oblasti architektury, archeologie, hornictví, atd. V následujícím textu je věnována pozornost výhradně **fotogrammetrii letecké**, při níž jsou snímky většinou pořizovány z palub letadel. Metodami letecké fotogrammetrie však lze zpracovávat i družicové obrazové záznamy. Největší využití má letecká fotogrammetrie v mapové tvorbě

(geodézii a kartografii) – v tvorbě topografických map a map tématických, potřebných v nejrůznějších oborech lidské činnosti (lesnictví, zemědělství, pozemkové úpravy, geologie, archeologie, vojenství, plánování atd.). V poslední době se jí využívá hojně také ke konstrukci tzv. ortofotomap. Přednosti využití metod fotogrammetrie v geografii a kartografii spočívají především v tom, že mapované území nemusí být bezprostředně přístupné, informaci o mapovaném území lze získat poměrně levně a především velmi rychle.

### **Rozdělení fotogrammetrie**

Podle polohy stanoviště se fotogrammetrie dělí na

- **pozemní** (architektura, stavebnictví, kriminalistika, lékařství)
- **leteckou** (topografické mapování, archeologie, pozemkové úpravy, ...)

Podle počtu snímků:

- **jednosnímková** – umožňuje vyhodnotit předměty (území) jen ve dvou rozměrech - půdorys
- **dvousnímková** – průseková fotogrammetrie, stereofotogrammetrie, paralaxová fotogrammetrie s časovou základnou

Podle způsobu zpracování letecké fotografie:

- **analogová** – vytvoření analogického modelu, rekonstrujícího polohu bodů v prostoru
- **analytická** – měří se snímkové souřadnice – další transformace probíhají jako výpočty na počítačích
- **digitální** – využití snímků v digitální podobě

### **Historie fotogrammetrie - přehled**



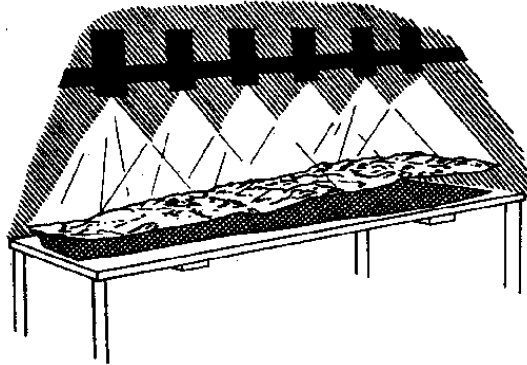
*Obr. 1.3 Fotografie z balónu, NADAR, 1858*

Vývoj fotogrammetrie byl ovlivněn vynálezem fotografie, rozvojem letectví, jemné mechaniky, optiky, výpočetní techniky. Její počátky se však datují hluboko v minulosti, ještě před vynálezem fotografie.

- „Camera obscura“ – Aristoteles, Roger Bacon (1214-1294), Leonardo da Vinci
- 1558 - J.B. Porta použil spojné čočky
- 1726 – Švýcar M.A Cappeler vytvořil mapu pohoří Pilatus ze dvou perspektivních obrázků kreslených volnou rukou (tzv. ikonometrie) – princip **průsekové fotogrammetrie**.
- 1839 – zveřejnění vynálezu fotografie (Francouzi Niepce, Daguerre)

- 1851 – A. Laussedat – zakladatel fotogrammetrie – použití snímků pro měřické účely. Podle jeho návrhu byl vytvořen Brunnerem r. 1859 první fototeodolit. Topografická mapování ve vysokých horách.
- 1858 – první fotografie pořízená z balónu
- Mapování Vysokých Tater – 1893-1897 (1 : 25 000).

**Analogová fotogrammetrie** a zavedení principů stereofotogrammetrie. 1901 – prof. Pulfrich sestrojil tzv. Stereokomparátor – stereoskopické vyměřování modelu vytvořeného z dvojice překrývajících se fotografií optickou cestou. 1911 – v Zeissových závodech vytvořil V. Orel stereoautograf – umožňoval zakres polohopisu a vykreslování vrstevnic



Obr. 1.4 Multiplex

**Analytická fotogrammetrie** – 1960 – 1980, 1957 – Helava – princip analytického vyhodnocovacího přístroje.



Obr. 1.5 Analytický stereoplotter

**Digitální fotogrammetrie** – použití digitálních snímků zpracovávaných pomocí VT, vytvoření prvních digitálních fotogrammetrických pracovních stanic (DPW), 90. léta 20. století. Nejprve spec vybavení (Imagestation , OS CLIX), dnes na běžných stolních počítačích.



Obr. 1.6 Digitálních fotogrammetrická stanice

Česká republika: 1862 – prof. K. Kořistka u A. Laussedata

1. republika – Vojenský zeměpisný ústav v Praze – fotogrammetrické oddělení topografického odboru.

1923 – mapování oblasti Váhu a 1927 – oblast Hlučínska (19 km<sup>2</sup>), 1 : 10 000,

1930 – založena Čs. fotogrammetrická společnost. V současné době – Společnost pro fotogrammetrii a dálkový průzkum Země

1933 – VZÚ začal čtvrté vojenské mapování v měřítku 1 : 20 000. Do r. 1939 – mapy s pomocí letecké fotogrammetrie pohraničních území o rozloze 67 000 km<sup>2</sup>.

1955-1965 - fotogrammetrie jako hlavní mapovací metoda mapování v měřítku 1 : 10 000.

ISPRS – mezinárodní společnost pro fotogrammetrii a dálkový průzkum Země. Každých 5 roků pořádá kongres, poslední kongres se konal v Amsterdamu v r 2002.

### **Základní zdroje informací**

KASSER, M., EGELS, Z. (2002): Digital Photogrammetry. Taylor & Francis, New York, 351 s.

LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W. (1994): Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 750 s.

PAVELKA, K. Fotogrammetrie 20. ČVUT, Praha, 153 s.

PIVNIČKA, F. (1996): Digitální fotogrammetrie. CAD, č. 3, s. 18-22.

ŠMIDRKAL, J. (1982): Fotogrammetrie I, II, III. ČVUT, Praha, 226 s., 217 s., 155 s.

### **Internetové odkazy**

Úvod do fotogrammetrie (TU Vienna): <http://www.univie.ac.at/Luftbildarchiv/wgv/intro.htm>

University of Melbourne: <http://www.isprs.org/links/tutorial.html>

University of California (RS Tutorial): <http://umbc7.umbc.edu/~tbenja1/santabar/rscc.html>

<http://www.sfdp.upol.cz/>

<http://www.isprs.org/>

### **Obsah přednášky:**

1. **Základní pojmy, rozdělení metod fotogrammetrie, historický přehled**
2. **Optické a fotografické základy fotogrammetrie**
3. **Letecké snímkování a snímkový let**
4. **Matematické základy fotogrammetrie**
5. **Jednosnímkové metody.**
6. **Stereofotogrammetrie – princip tzv. snímkové paralaxy.**
7. **Orientace letecké fotografie, použití vlíčovacích bodů**
8. **Tvorba map na tzv. stereoplotrech**
9. **Digitální fotogrammetrie – principy, specifika**
10. **Základní produkty digitální fotogrammetrie, tvorba digitálního ortofoto**
11. **Družicová fotogrammetrie, nové zdroje dat pro digitální fotogrammetrii**

Cvičení:

Programové vybavení OrthoEngine

[www.pci.on.ca](http://www.pci.on.ca)