

3. Letecké snímkování a jeho součásti, snímkový let

- **Nosiče**
- **Fotogrammetrické komory (kamery)**
- **Projekt a provedení snímkového letu**
- **Letecký měřický snímek a jeho součásti**



Nosiče:

- kosmické (družice, pilotované kosmické lodi, družicové stanice – viz DPZ)
- letecké
 - letadlové laboratoře – výška letu 5-20km, výdrž desítky hodin, např. An-30 (Rusko), U-2(USA) – podobné družicím
 - klasická FM letadla – výška letu 500-8000m, záběr cca 20km², výdrž 6-8h, např. L-410 (CZ), Cessna (USA), Piper Aztec, Z37-A (Čmelák)
 - vrtulníky (dříve MI-2, MI-8), výška letu 50-2000m
 - bezpilotní prostředky – vzducholodě, balóny, UAV (unmanned aerial vehicle), výška letu 50-1000m(300), malá výdrž, gyrostabilizace



An-30 (Antonov)



CESSNA 206 F



Z37-A



Fotogrammetrické komory

Zajistí:

- geometrickou kvalitu zobrazení
- stálost prvků vnitřní orientace
- určení prvků vnější orientace

Podle oblasti využití:

- letecké
- pozemní

Podle typu záznamu:

- analogové
- digitální

Podle znalosti údajů o komoře:

- komory měřické (znám údaje o prvcích vnitřní orientace)
- neměřické (neznám, nutná kalibrace, stačí kvalitní zrcadlovky)

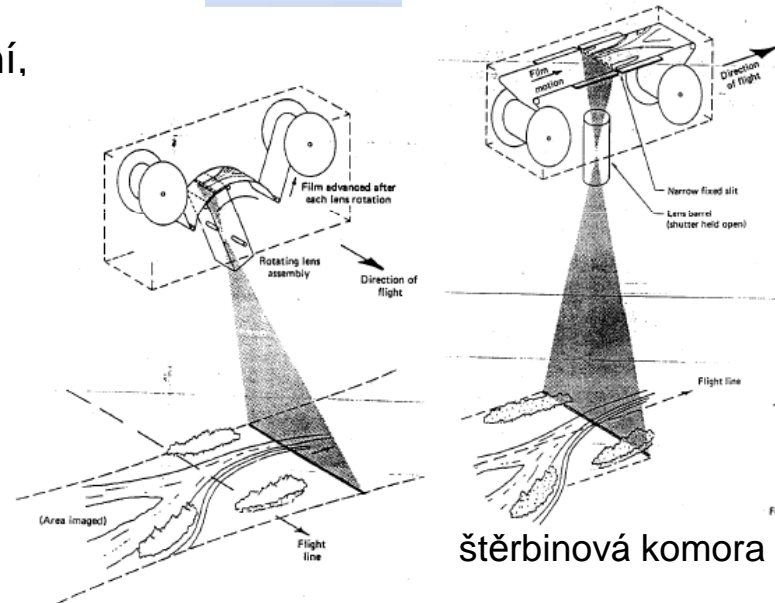
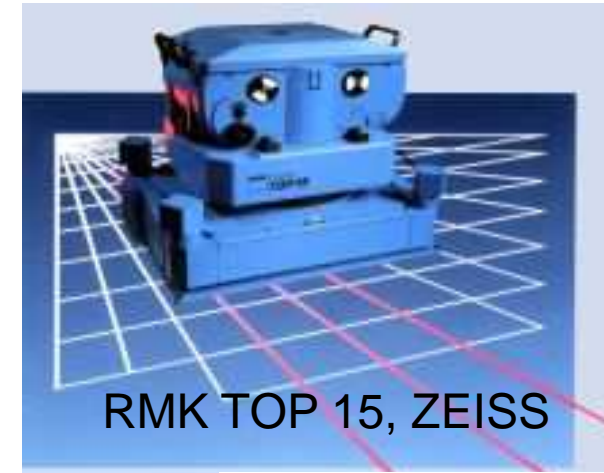
Fotografické komory

- klasické letecké komory
 - řadové
 - jednokomorové (RMK TOP15)
 - multispektrální (vícekomorové nebo optický dělič) MKF-6 (spektrální výtažky)
 - štěrbinové (kontinuální záznam, není uzávěrka, vojenské účely, liniové prvky)
 - panoramatické (úhel přes 120°, vysoké rozlišení, geometrické nepřesnosti)
- digitální komory (CCD technologie, viz dig. FGM)

- **ohnisková vzdálenost:** $f = 115$ až 210 mm

- **formáty snímků** dříve i 18×18 ; nyní 23×23 cm

- **obrazový úhel:** normální (do 70°), širokoúhlé (70° až 110°), rybí oka (nad 180°)



panoramatická komora

štěrbínová komora

Přídavná zařízení pro letecké snímkování: regulátor překryvu, výškoměr, GPS/IMU/gyroskopy, kompenzace pohybu – smazu FMC,

Používané typy komor - aplikace

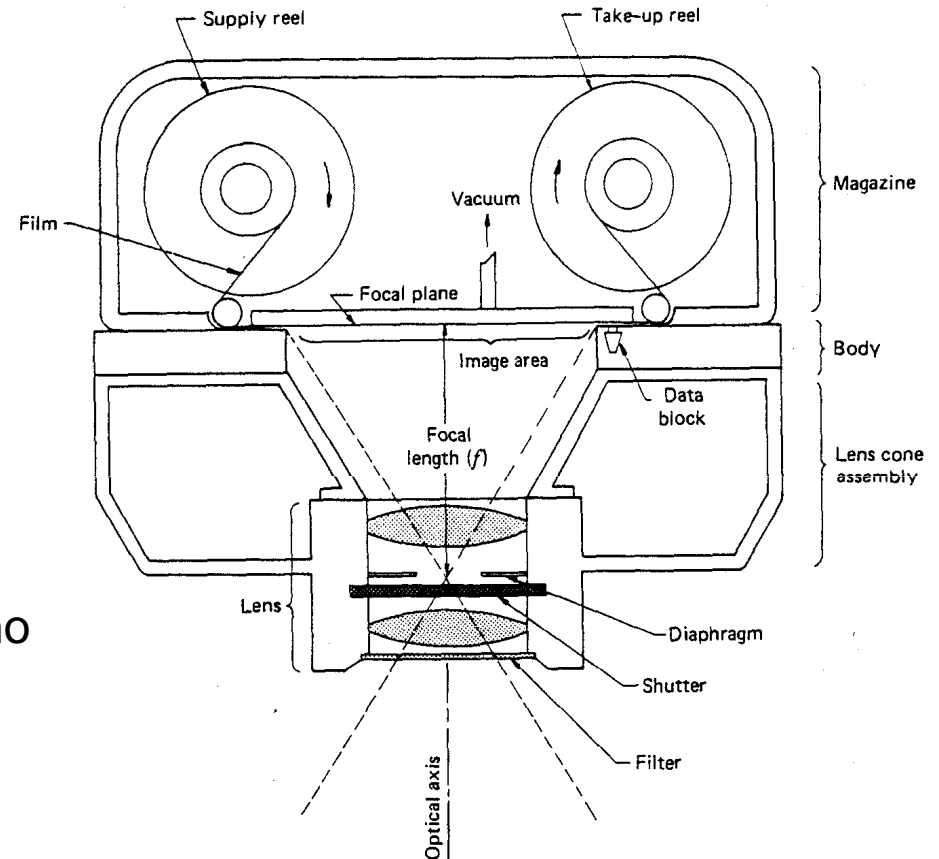
objektiv (komora)	aplikace	f
zvlášť širokoúhlý	extravilán, řídká zástavba	9 cm
širokoúhlý	extravilán až přiměstská zástavba	15 cm
normální	univerzální, extravilán, intravilán	30 cm
úzkouhlý	intravilán – městská zástavba	60 cm
multispektrální	u nás např. NP a CHKO	

pozn.: různé objektivy = různá f \Rightarrow různé aplikace

f - platí pro rozměr snímku 23 x 23 cm

Základní součásti řadové kamery

- **optický systém čoček s filtrem – objektiv** – vysoce světelný, korigovaná radiální distorze, filtry slouží pro filmu přesně spektrálně vymezeným světlem
- **tělo komory** (lehká litina, odolná proti teplotám, spodní část výměna objektivů, horní část značkový rám)
- **kazeta s filmem**
- **rám se značkami** (8, doplňková data – číslo snímku, konstanta a číslo komory, výška letu, přibližné souřadnice projekčního centra)
- **přítlačná deska** (podtlak)
- **uzávěrka** (rotační, rychlé uzavření, elektronické na bázi tekutých krystalů)
- **závěs kamery** (dříve pružiny, kardanový závěs, dnes princip nezávislé plošiny)



Současné typy digitálných komor

DIMAC



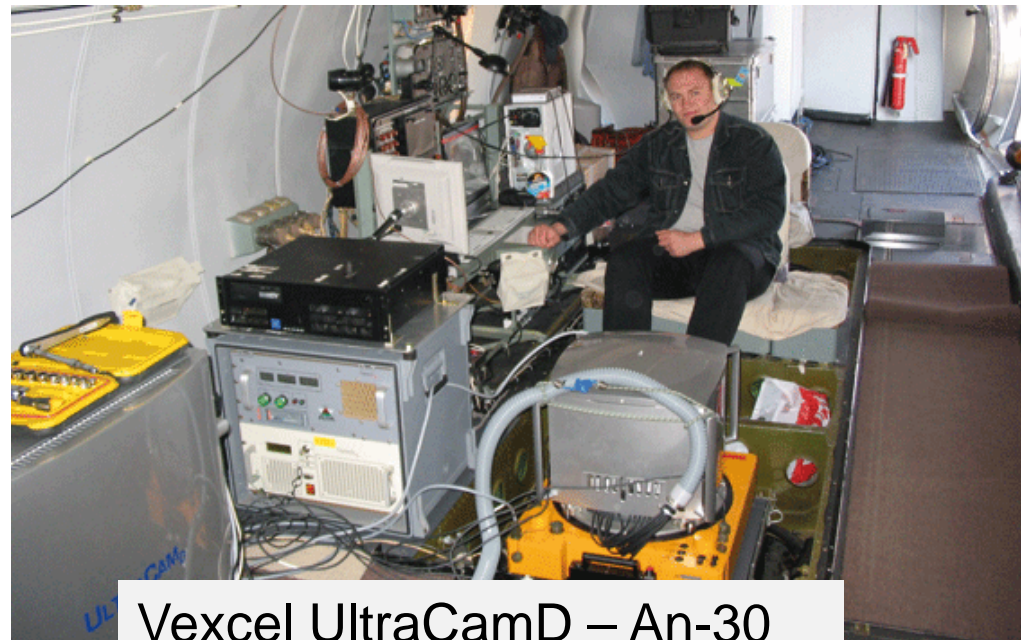
UltraCam Eagle



Leica RCD30



RMK - Cessna



Vexcel UltraCamD – An-30

Základní způsoby navigace při leteckém snímkování

1. Palubní způsob navigace (**vizuální** navigace z paluby letadla)
2. **Radiolokační** způsoby navigace (pozemní) – např. systémy SHORAN, HIRAN (10-15 m), LORAN, RATAN (řízení rovnoběžných letových drah).
3. **Družicová** navigace – GPS, GLONASS – kinematické určování polohy. Komora musí mít možnost registrovat čas – Wild RC 20, Wild RC 30, Zeiss RMK TOP, LMK 2000

Navigační zařízení CCNS-4 - nalétnutí řady s přesností 30 metrů.

GPS při leteckém snímkování

- vlastní navigace letadla
- přesné určení polohy kamery v době expozice – určování prvků vnější orientace

Projekt snímkového letu

1. Přípravné práce

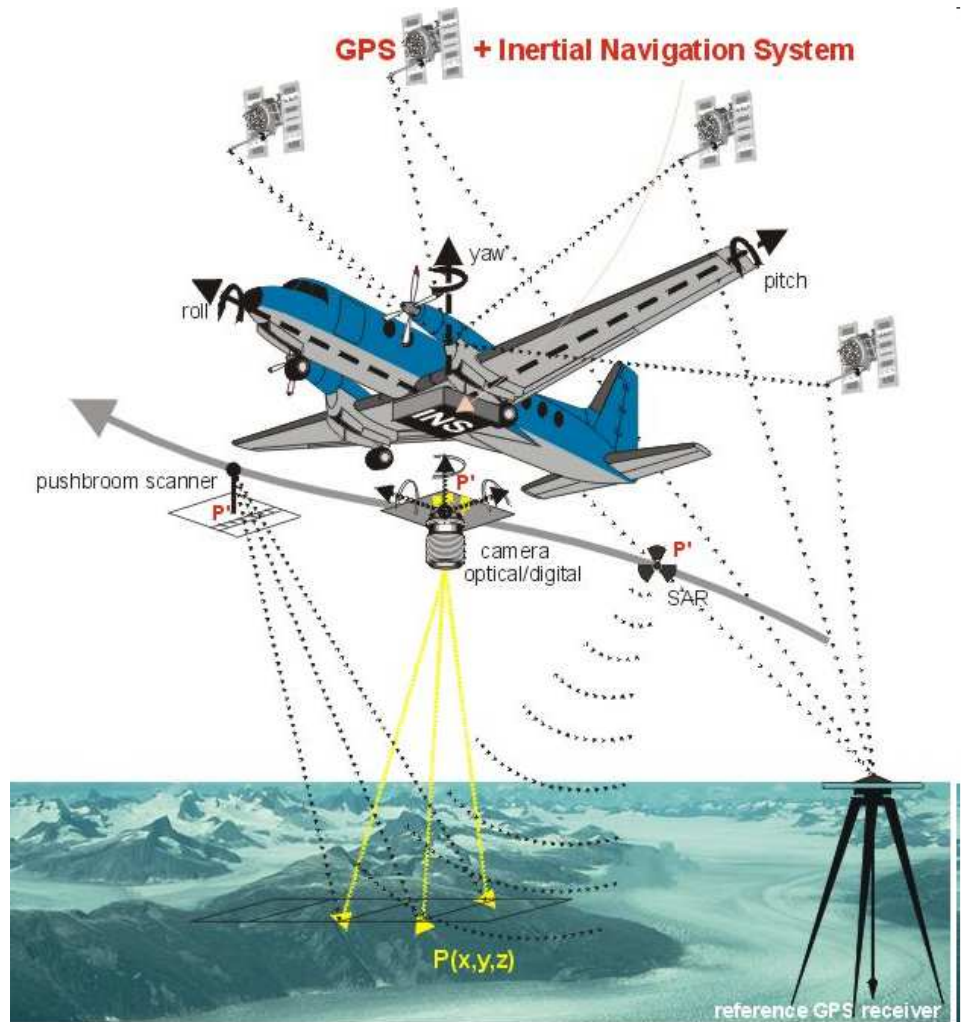
- projekt snímkového letu
- volba a signalizace vlíčovacích bodů

2. Práce v terénu

- vlastní snímkování
- zaměření vlíčovacích bodů

3. Práce v laboratoři - postprocessing

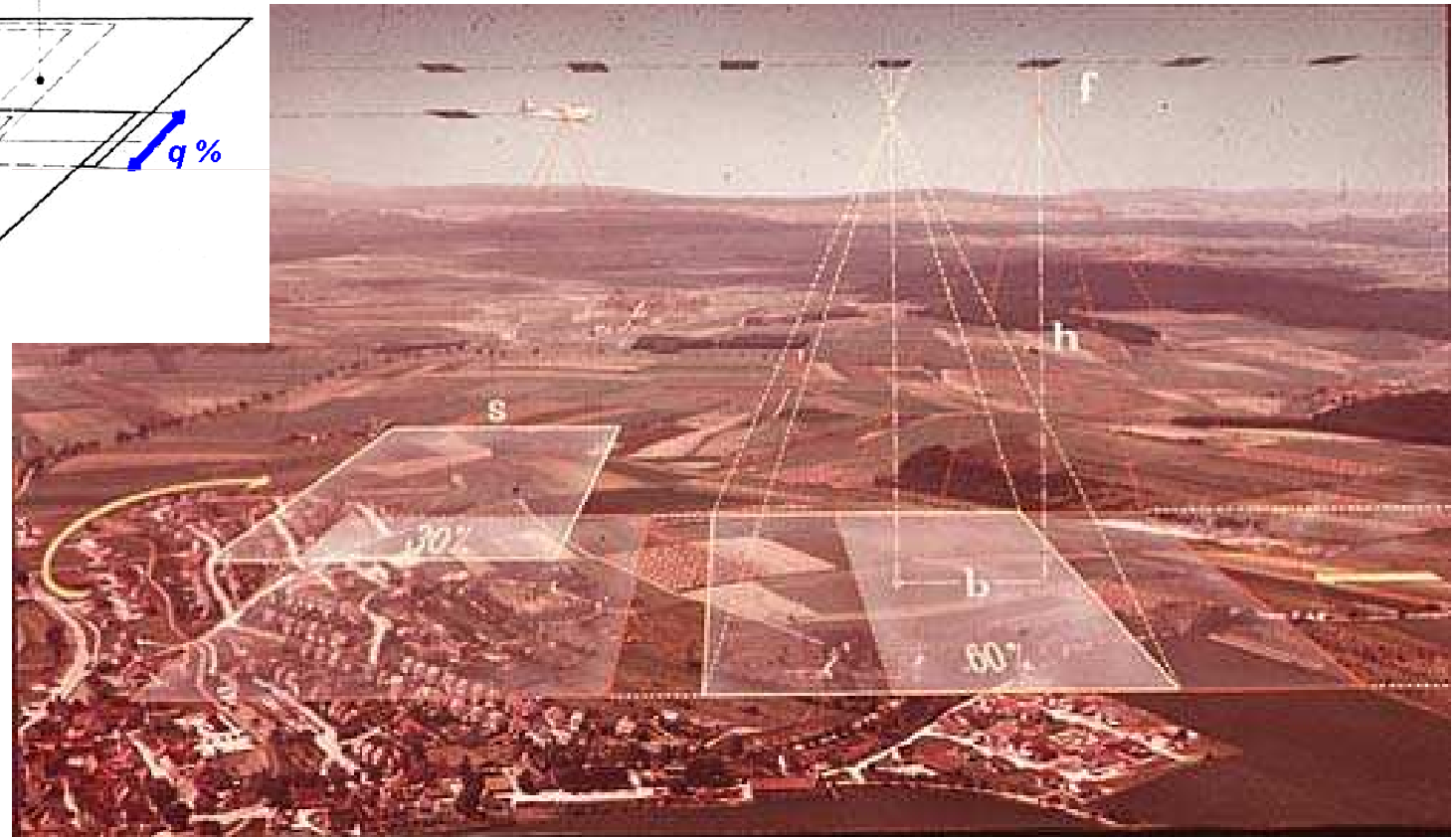
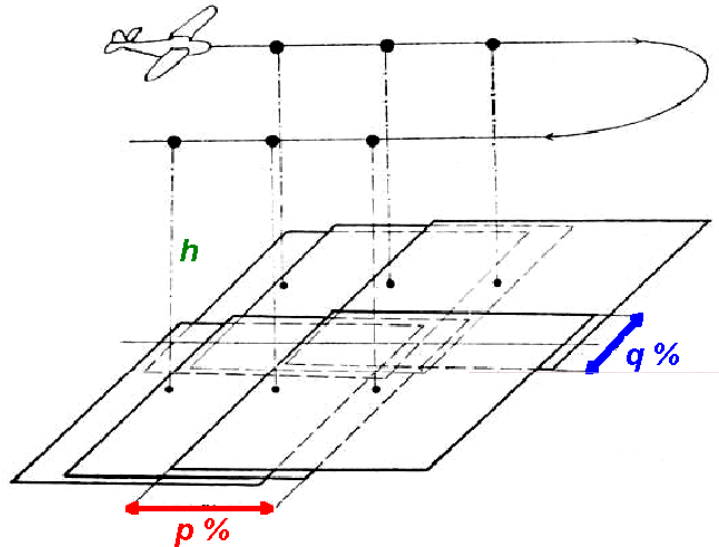
- geodetické výpočty
- kontroly (trajektorie, transformace, kvality)
- předzpracování obrazových dat
- fotogrammetrické zpracování
- výstupy a uložení dat (GIS atd.)



Snímkový let

Plánování letu – software na zpracování – navigace v letadle

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



Projekt snímkového letu (náletový plán)

Základním parametrem náletového plánu je požadované měřítko výsledné mapy, způsob vyhotovení a také přesnost dostupných přístrojů.

- počet snímkových pásů, příčný a podélný překryv
- výška letu
- počet snímků v páse a celkový počet snímků, počet stereomodelů
- počet vlíčovacích bodů
- odstup snímkových pásů
- snímková (fotogrammetrická) základna – vzdálenost mezi středy sousedních snímků
- plocha území zobrazeného na jednom snímku, přírůstek plochy
- časový interval mezi dvěma expozicemi
- vhodné letové dny (roční období, vegetace, počasí, zhoršené atm. podmínky, mimořádné situace)
- náletové osy V-Z

Určení výšky letu : $h = m_s \cdot c$ ($c = \text{konstanta komory}$)

Délka fotogrammetrické základny při podélném překryvu:

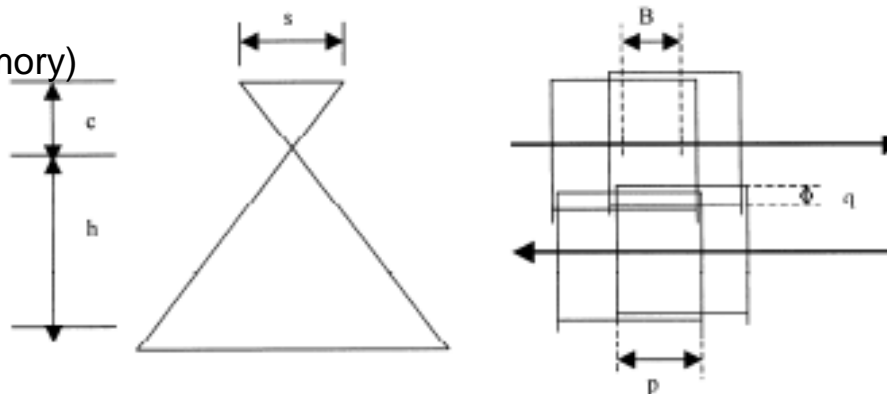
$$B = s \cdot m_s (1 - p/100)$$

vzdálenost sousedních letových os:

$$A = s \cdot m_s (1 - q/100)$$

Expoziční čas (nastavení spínače)

$$t = B/v$$



Pro jednotlivá mapová měřítka se nejčastěji používají snímky následujících měřítek

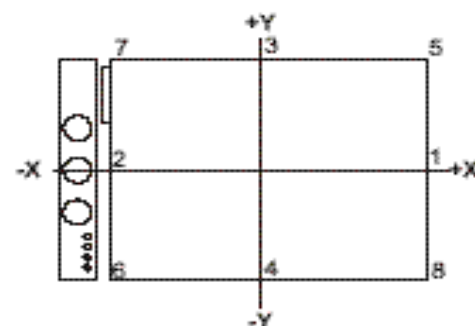
měřítka snímku je vždy menší než měřítko mapy

Třída přesnosti mapování	3	4	5
Měřítka základní mapy	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000
Optimální snímkové měřítko (f=150 mm)	1 : 3400	1 : 6800	1 : 10 000 až 13 600
Optimální snímkové měřítko (intravilán f=305 mm)	1 : 2000	1 : 4000	
Minimální použitelné snímkové měřítko	1 : 4500	1 : 10 000	1 : 13 000 až 15 000
Optimální výška letu (f=150)	510	1020	2040

Kalibrační protokol

Údaje o rámových značkách a radiálním zkreslení kamery.

kalibrace dne 08.12.2003



Základní údaje:

Typ kamery	Číslo kamery	Číslo objektivu	Konstanta kamery
LMK 15	263790 A	7381668C	152,135

Souřadnice rámových značek:

Číslo RZ	1	2	3	4	5	6	7	8
X	+110,033	-109,968	+0,030	+0,043	+110,036	-109,958	-109,969	+110,039
Y	+0,011	+0,024	+110,017	-109,998	+109,998	-109,981	+110,022	-109,998

Souřadnice středů:

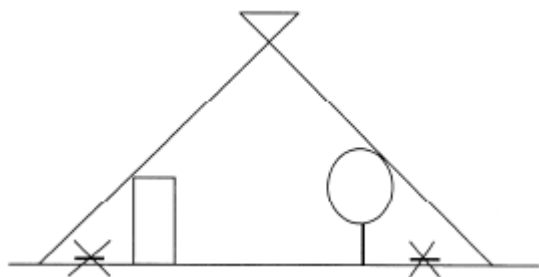
		x/mm	y/mm
Hlavní bod autokolimace	PPA	+0,015	+0,006
Předpokládaný střed	FC	+0,036	+0,018
Průsečík spojnic rohových RZ	FCC	+0,039	+0,008

Radiální zkreslení:

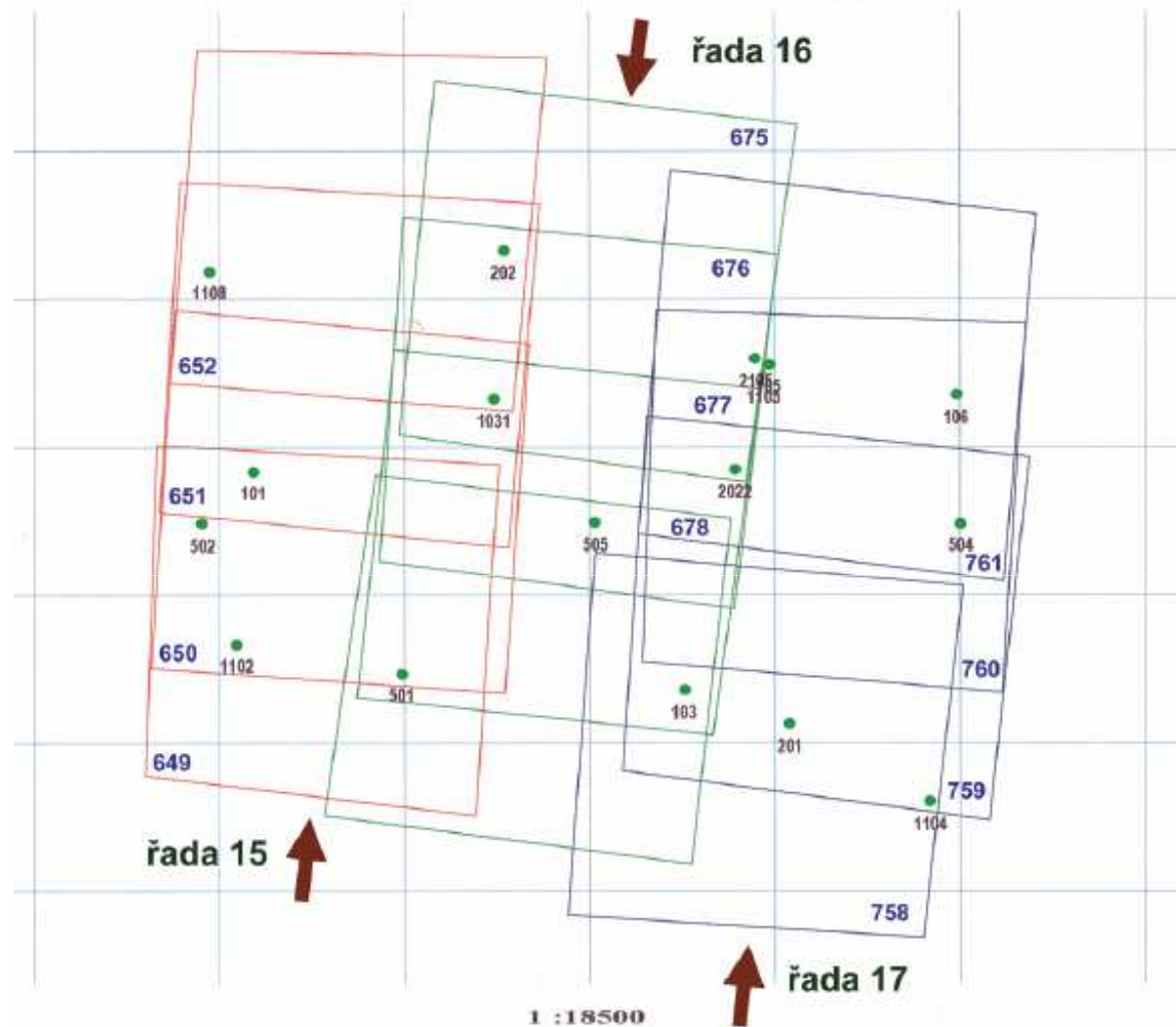
s/mm	0	20	40	60	80	100	120	140
5	0	1	1	-2	-7	-4	1	5
6	0	1	1	2	0	2	5	1
7	0	2	1	0	-3	-2	2	3
8	0	1	1	0	-2	-1	3	2
průměr	0	1	1	0	-3	-1	3	3

Volba vlícovacích bodů:

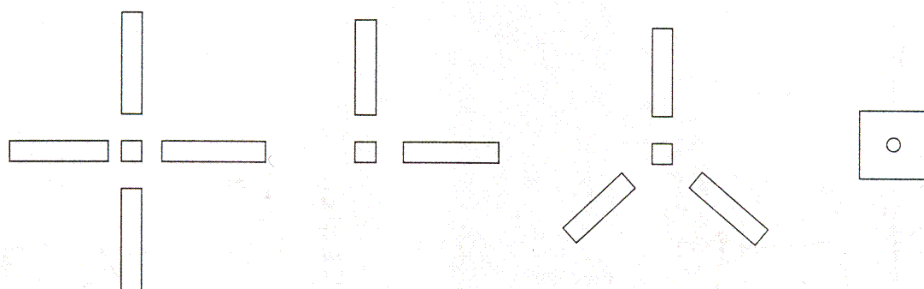
- zřetelně viditelné
- uměle signalizované
- přirozeně signalizované
- viditelné ideálně na 6 snímcích
- pozor na zastínění
- místopisy (klasické, fotografické topografie)



Klad snímků, vlícovací body



Geodetické práce



příklady umělých signalizací

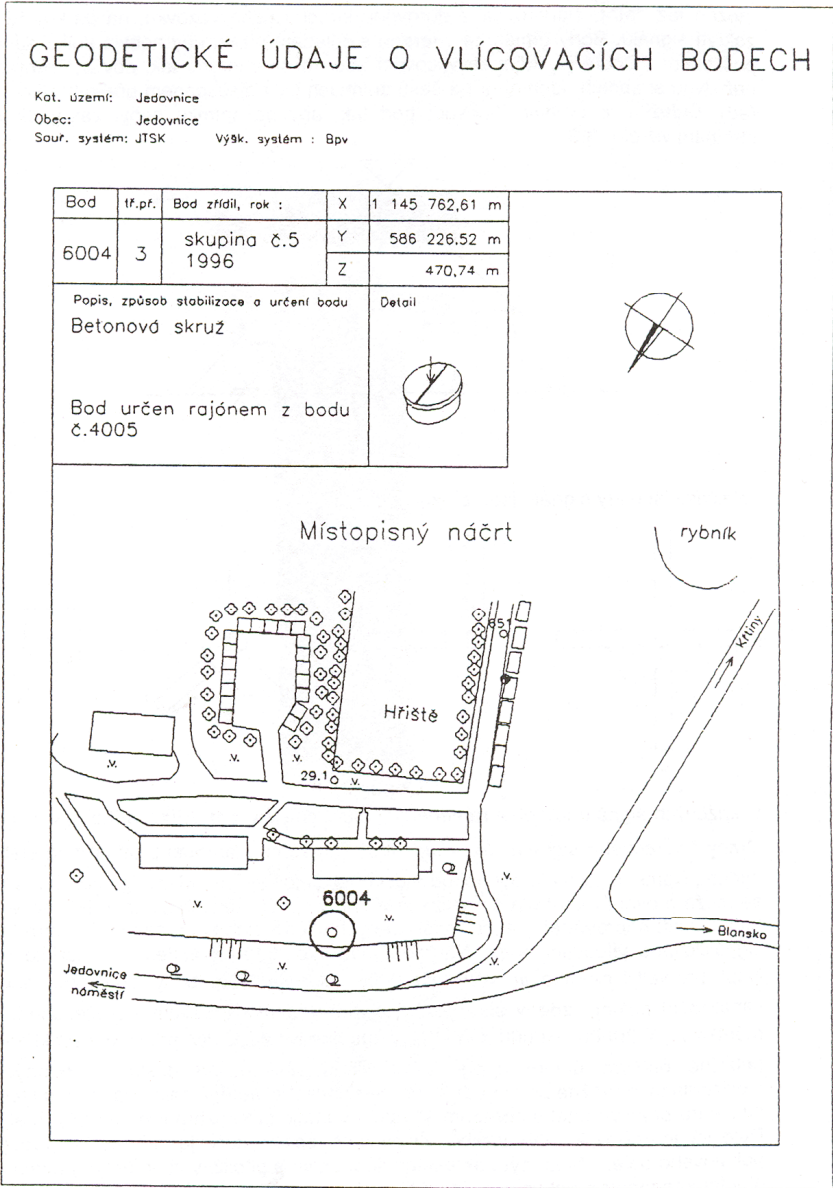
- identifikace, signalizace a zaměření souřadnic vlíčovacích a kontrolních bodů
- počet bodů a jejich rozložení jsou určeny požadovanou přesností ftgm výstupů
- obecné schéma se vytváří na mapě a zpřesňuje v terénu
- pro střední a malá měřítka – přirozená signalizace
- Přesnost určení souřadnic vlíčovacích bodů – jednotky desítky cm pro velká měřítka, metody – terestricky, GNSS, kartometricky
- umísťování bodů na terén, případně znát výšku nad terénem
- rovnoměrné rozmístění po ploše, i výškově

Měřítka mapy	Vlíčovací body		Podrobné body	
	Mxy	Mz	Mxy	Mz
1 : 1000	0,06	0,05	0,14	0,15
1 : 2000	0,12	0,10	0,26	0,20
1 : 5000	0,26	0,20	0,50	0,40

Geodetické práce



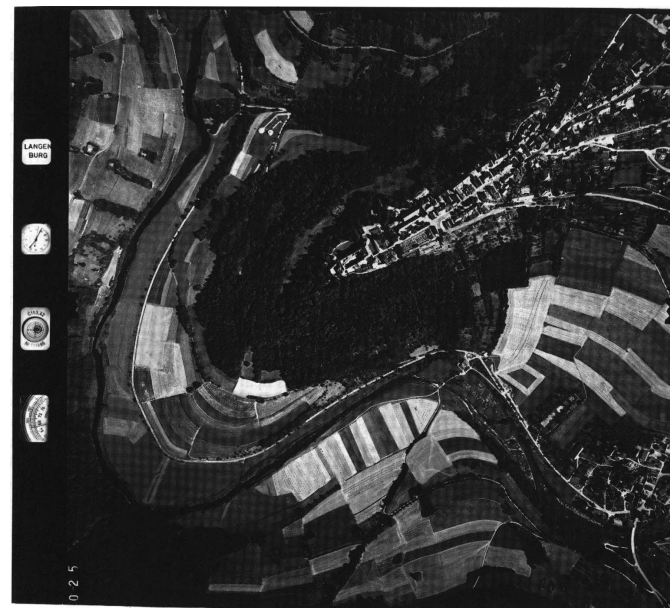
fotografická topografie VB



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**

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

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

Od roku 1951 byl vytvořen archív 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 vícenež 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
- Český úřad zeměměřický a katastrální
- Geodis Brno, s.r.o.
- další soukromé firmy (viz referáty)

Forma poskytovaných snímků

- černobílé kontaktní kopie (lesklé nebo matné)
- negativ na PE fólii
- diapozitiv na PE fólii
- zvětšeniny (přibližné měřítko, nepřekreslené)

- rastrové ekvivalenty (formát TIFF)

Nejčastější rozlišení 7, 14, 21, 28, 56 μm

tj. 3628, 1814, 1210, 907, 453 dpi,

Závazné podmínky pro využívání LMS!