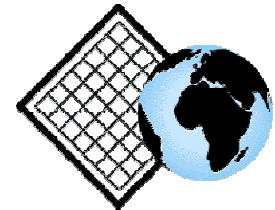


# **Konvenční (fotografické) metody snímání zemského povrchu**



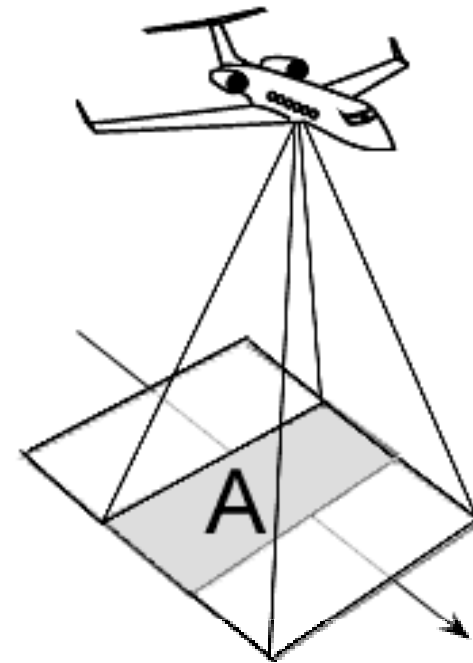
# Hlavní přednosti letecké fotografie:

1. Úplný a bezchybný (z hlediska obsahu) pohled shora, nepodléhá generalizaci, ukazuje detaily i celky vyšších řádů.
2. Podává informaci o okamžitém stavu různě intenzivních dynamických procesů.
3. Jde o trvalý záznam, který lze opakovaně porovnávat s jinými zdroji informací.
4. Oproti lidskému zraku se vyznačuje rozšířenou spektrální citlivostí (přibližně od 0,3 do 0,9 mikrometrů). Může postihnout jevy či vlastnosti nepostižitelné pouhým okem.
5. Vysoká prostorová rozlišovací schopnost a geometrická kvalita snímků. Na snímcích lze nalézt větší detail jak pouhým okem. Po zpracování lze přesně měřit vzdálenosti plochy či úhly.



# Základní součásti systému leteckého snímkování

- **Fotografické materiály**
- **Fotografické komory**
- **Druhy leteckých fotografií**
- **Geometrické a optické vlastnosti snímků**
- **Základy analogové interpretace snímků**
- **Nosiče a snímkový let**



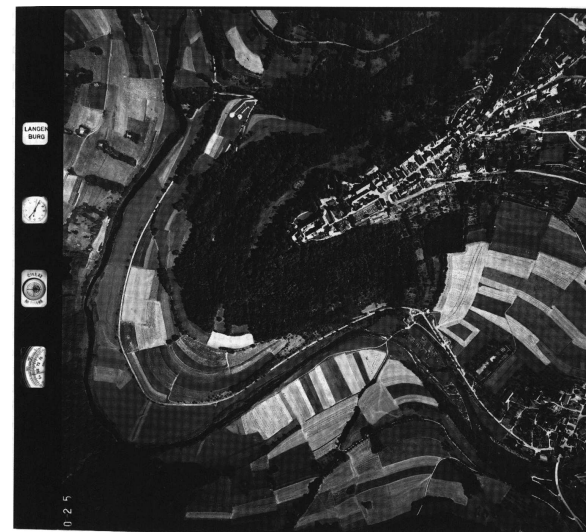
# Fotografické materiály

## Princip vzniku fotografie je obecně známý:

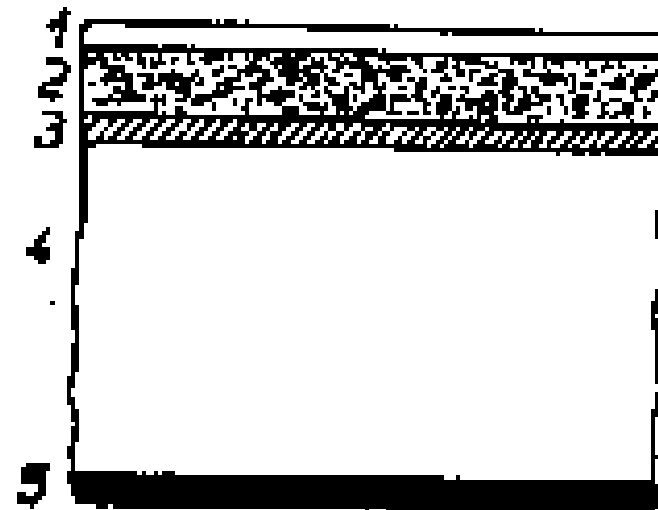
- Obraz vzniká na ploše filmu citlivé na světlo.
- Podle množství od objektu odraženého světla citlivá vrstva negativu různým stupněm zčerná.
- Světlé a tmavé plochy pak skládají výsledný obraz.

## Formy analogových materiálů:

- negativ, pozitiv, diapozitiv
- materiály černobílé a barevné
- materiály ve viditelné a v blízké IČ části spektra



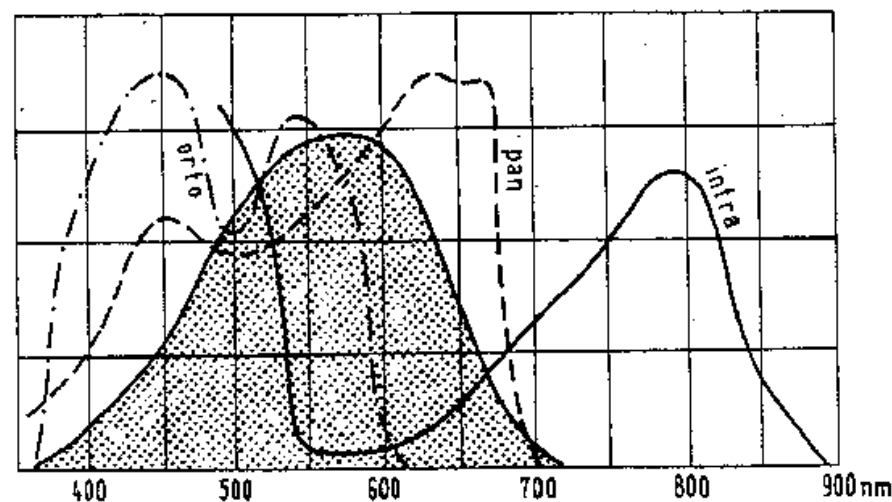
# Fotografické materiály černobílé



1. ochranná vrstva - chrání citlivou vrstvu před mechanickým či chemickým poškozením
2. citlivá vrstva - krystalky sloučenin stříbra ( $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ ,  $\text{AgCl}$ ) v želatině, 5 mikrometrů
3. mezivrstva - spojuje citlivou vrstvu a filmovou podložku
4. filmová podložka - odolná vůči rozměrovým změnám způsobeným změnami teploty či vlhkosti. Dříve se využívalo skleněných desek. Nyní polyester. Musí být také odolný vůči poškození při přetáčení filmu apod.
5. antihalační vrstva - absorbuje část světla, které prochází citlivou vrstvou i filmovou podložkou a zabraňuje tak jeho zpětnému odrazu, který by zaznamenala citlivá vrstva a jehož výsledkem by byl efekt „halo“, kolem světlých objektů na fotografii

# Citlivé vrstvy filmu

**Citlivá vrstva může být citlivá k různě širokému intervalu vlnových délek.**



**Nejpoužívanější citlivé vrstvy:**

- **ortochromatická - nesnímá oranžovou a červenou složku viditelné části spektra**
- **panchromatická - citlivá k celé viditelné části spektra kromě modré**
- **infrachromatická - citlivá k intervalu vlnových délek 0,6-0,9 mikrometrů**

# **Černobílé snímky panchromatické**

- **Snímají barvy ve stejném rozsahu jako lidské oko a převádí je do tónů šedi.**
- **Výhodou je snadné zpracování a využitelnost k různým účelům - je na ně pořízena většina našich leteckých snímků.**
- **Není vhodný tam, kde jde o rozlišení vegetace. Tmavé tóny, které nahrazují zelenou navzájem splývají a znemožňují rozpoznat druh porostu nebo typ lesa.**
- **Předností je relativně dobrá plasticita a to, že se ne zcela ztrácí kresba ve stínech.**
- **Mají ze všech druhů snímků nejlepší rozlišovací schopnost.**
- **Nevýhodou je, že zachycují pouze viditelnou část spektra, tedy krátkovlnné záření, které je atmosférou značně rozptylováno.**



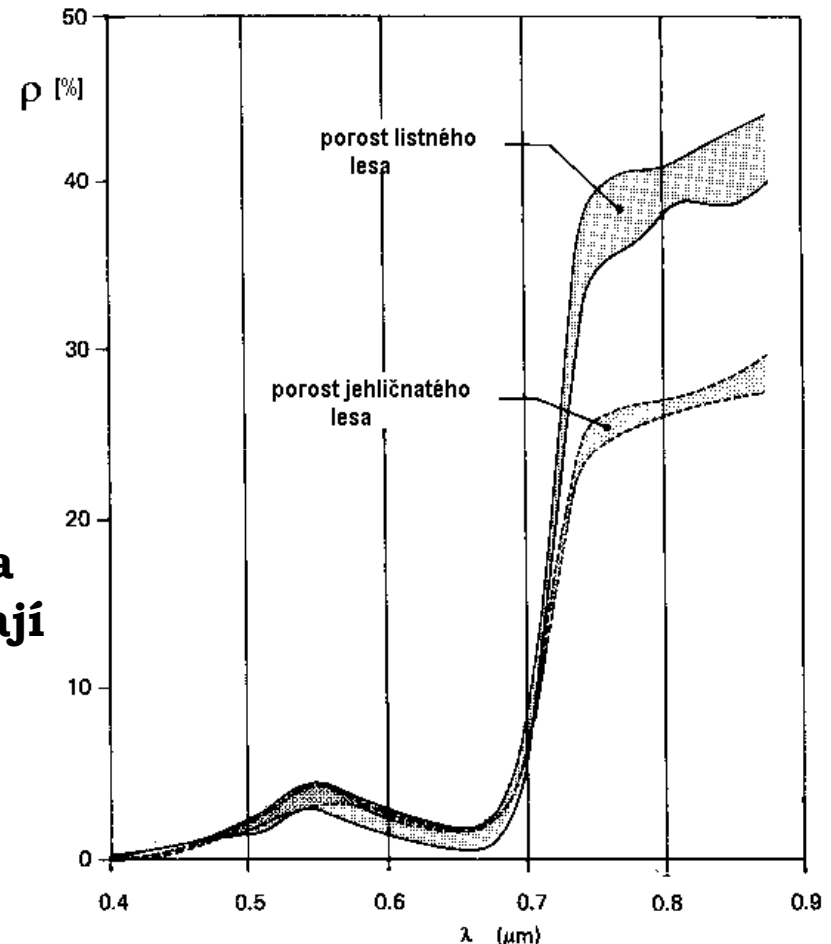


# **Infračervené černobílé snímky I.**

- **Jsou méně rozptylovány než viditelné světlo**
- **Lze je pořizovat i za poměrně špatného počasí, ne však přes hustou mlhu, oblačnost nebo déšť.**
- **Infračervené záření vyžaduje objektivy s delší ohniskovou vzdáleností než viditelné záření.**
- **Paprsky dobře pronikají ovzduším a snímky tak ztrácejí vzdušnou perspektivu, obrazy se jeví ploše.**
- **Snímky mají výrazné vržené stíny, vyznačují se náhlými přechody bez polostínů, jsou mnohem kontrastnější než panchromatické.**
- **Jednotlivé terénní prvky se na IČ snímcích jeví odlišně ve srovnání se snímky ve viditelné části spektra.**

# Infračervené černobílé snímky II.

- Vodní plochy, které pohlcují záření téměř dokonale jsou sytě černé (lze snadno identifikovat existenci a průběh vodních toků).
- Jehličnatý les absorbuje IČ záření více jak listnatý - jeví se tedy na snímku jako tmavý.
- Krajina se zelenými plochami a listnaté lesy působí dojmem, jakoby byly pokryty sněhem nebo ozářeny měsíčním světlem.
- V důsledku dobrého odlišení listnatých a jehličnatých stromů se IČ snímky používají často v lesnictví a také k rozlišení druhů zemědělských plodin.
- Na těchto snímcích zaniká síť komunikací a poněkud se ztrácejí liniové prvky. Také jsou hůře patrné zastavěné plochy.
- IČ filmy se používají s červenými filtry k potlačení fialové a modré části spektra.





**Vzhled vybraných druhů povrchů na černobílých snímcích  
pořízených ve viditelné a blízké infračervené části spektra**



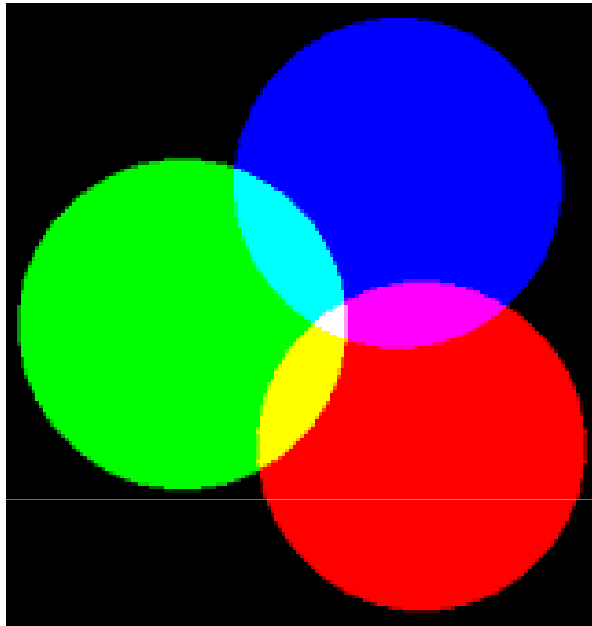
# **Fotografické materiály barevné**

**Obsahují tři (dvě) citlivé vrstvy. Každá z vrstev je citlivá k jinému intervalu spektra.**

**Výsledné barvy na fotografii vznikají tzv. subtraktivním skládáním barev.**

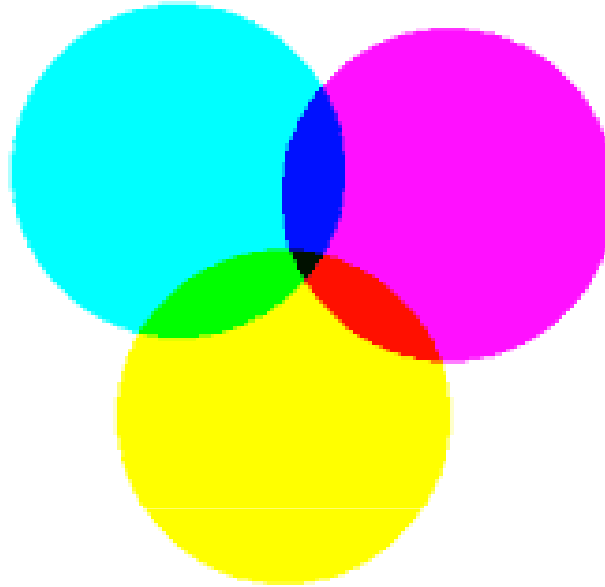
**Mohou existovat ve dvou formách - jako pozitiv na fotografickém papíře nebo jako diapozitiv.**

# Princip skládání barev



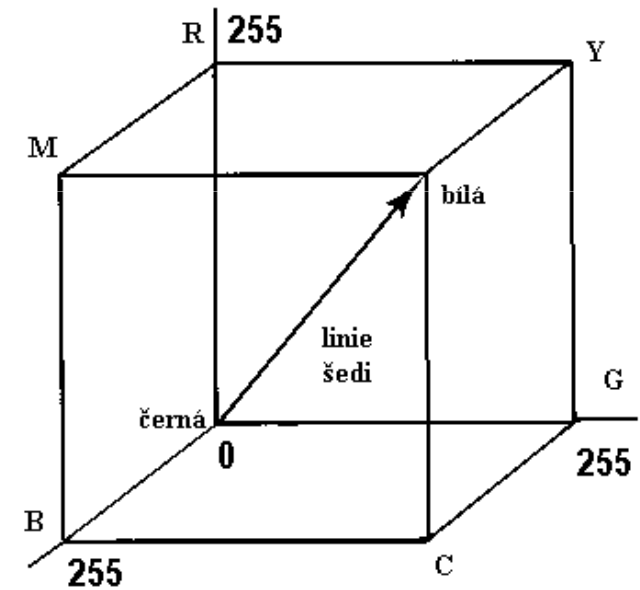
Blue + Green + Red = White  
B + G = Cyan  
B + R = Magenta  
G + R = Yellow

**aditivní**



Cyan = W - R  
Magenta = W - G  
Yellow = W - B

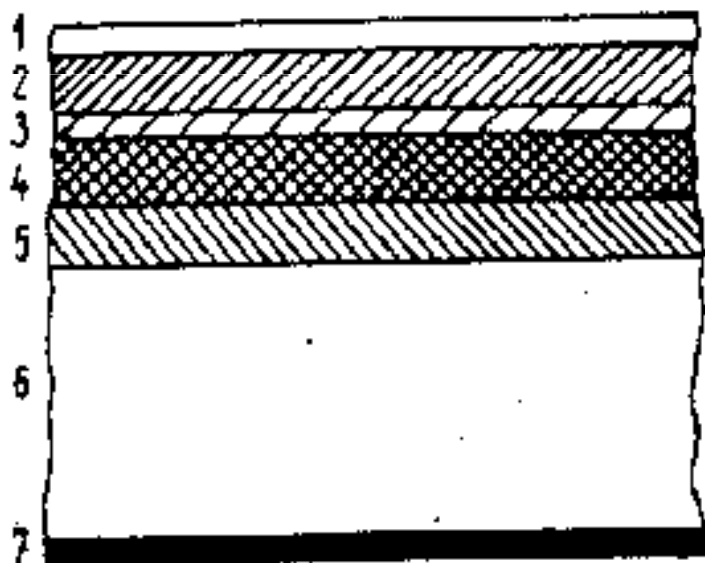
**subtraktivní**



**barevná kostka**

# Barevné snímky ve viditelném oboru spektra

Jsou pořizovány na film, který má tři citlivé vrstvy, každá je citlivá k základním barvám - modré, zelené a červené.



1. ochranná vrstva
2. vrstva citlivá k modrému světlu
3. žlutá filtrační mezivrstva
4. vrstva citlivá k zelené
5. vrstva citlivá k červené
6. filmová podložka
7. antihalační vrstva

# **Barevné snímky ve viditelném oboru spektra**

- **Jsou citlivější na dobré atmosférické podmínky.**
- **Jsou obecně pořizovány z menších výšek (kolem 2 km) a to v měřítcích 1 : 13000 až 1 : 20 500.**
- **Barvy se jeví jako přirozené použijeme-li UV filtr.**
- **Barevné snímky se daleko lépe interpretují, protože lidské oko rozezná daleko více barevných tónů než odstínů šedi.**
- **Jsou tedy vhodné tam, kde u ČB snímků zanikají detaily - např. při rozlišování vegetace.**
- **Mají nejlepší kresbu detailů ve stínech, nejlépe ukazují reliéf pod vodou.**
- **Nevýhodou je poněkud nižší rozlišovací schopnost, protože na jednotlivých citlivých vrstvách filmu dochází k rozptylu světla.**





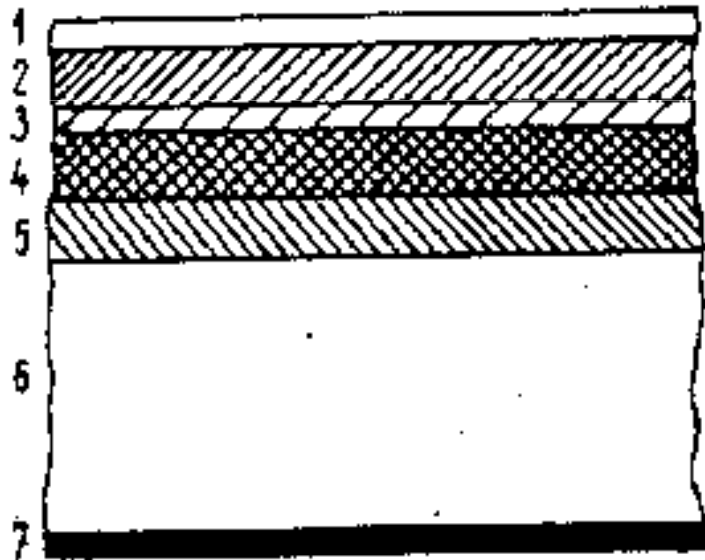
# **Barevné snímky infračervené**

**(False color, spektrozónální, Camouflage Detection Film)**

- **Vyvinuty původně pro vojenské účely (demaskování).**
- **Jedna z citlivých vrstev filmu je citlivá k infračervené části spektra.**
- **Výsledkem jsou nepřirozené barvy objektů na těchto snímcích. Používají se se žlutým filtrem.**
- **Dávají dobrý, kontrastní obraz a zobrazují i místa v hlubokých stínech.**
- **Snímkuje se většinou z malých výšek - 500 až 1500 m - ve velkých měřících.**

# Barevné snímky infračervené

Jsou pořizovány na film, který má tři resp. dvě citlivé vrstvy. Jedna z nich je citlivá k blízké infračervené části spektra ( $0,7-0,9 \mu\text{m}$ ).



1. ochranná vrstva
2. vrstva citlivá k blízké infračervené části spektra
3. filtrační mezivrstva
4. vrstva citlivá k zelené
5. vrstva citlivá k červené
6. filmová podložka
7. antihalační vrstva

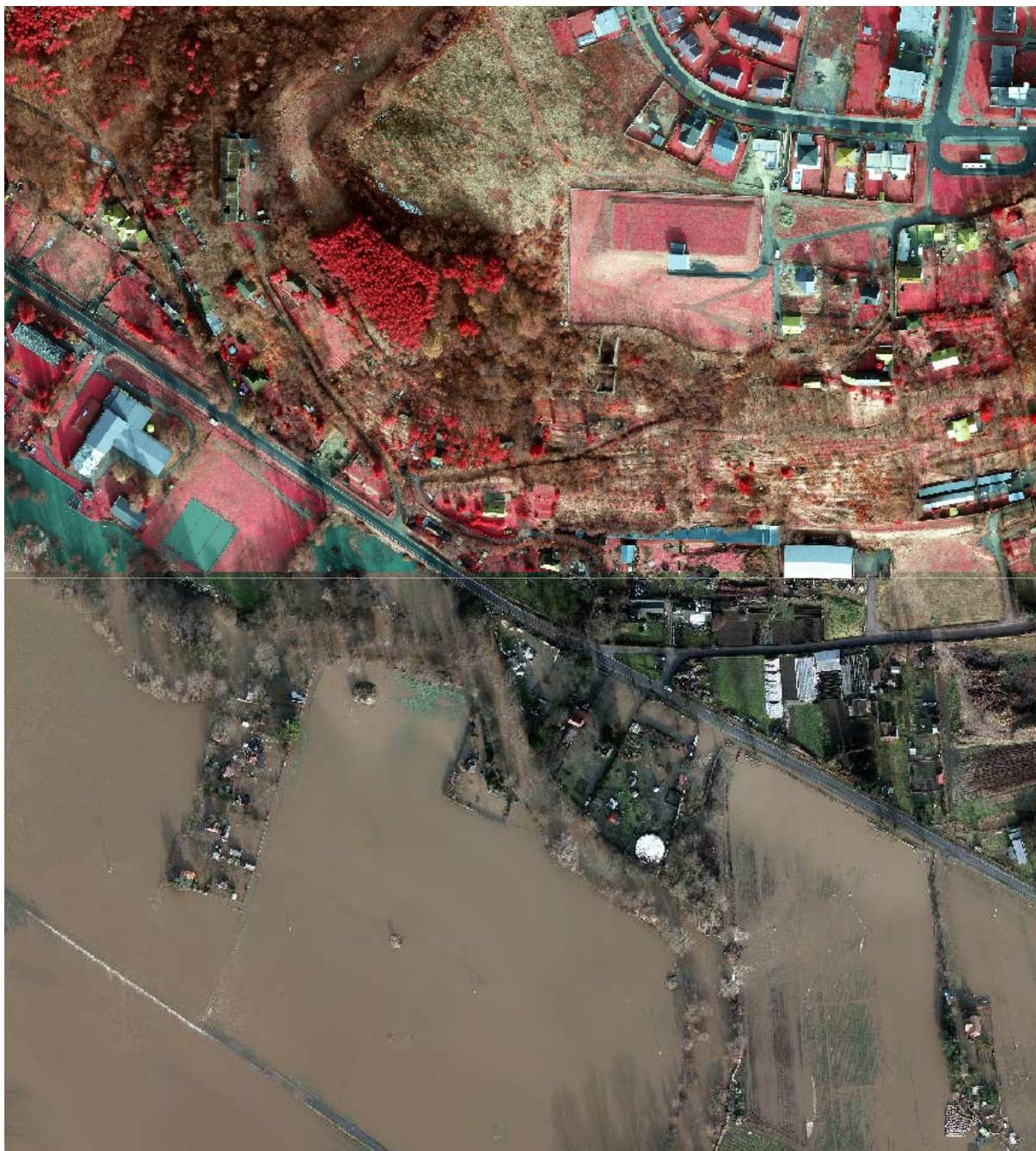
# **Barevné snímky infračervené**

- **Používají se v lesnictví například k dokumentaci vegetačních škod.**
- **Listnáče a louky se na nich zobrazují červeně, jehličnany, holá pole a mrtvá vegetace zeleně či modře a odumřelé rostliny bez chlorofylu žlutě až hnědě.**
- **Vzhled snímku se však liší podle značky filmu i podle použitého papíru.**
- **Pro konkrétní interpretační účely se sestavují tabulky barev.**
- **Na snímcích se výraznými barevnými odstíny jeví změny půdní vlhkosti, organické a minerální složení půdy, půdní struktura, geologické charakteristiky, druhy porostů apod.**
- **Na IČ fotografii může být dobře zaznamenáno záření emitované výrazně teplými povrchy (požáry, láva, horké prameny).**



**Vzhled vybraných druhů povrchů na černobílém snímku pořízeném ve viditelné části spektra a na barevném infračerveném snímku**



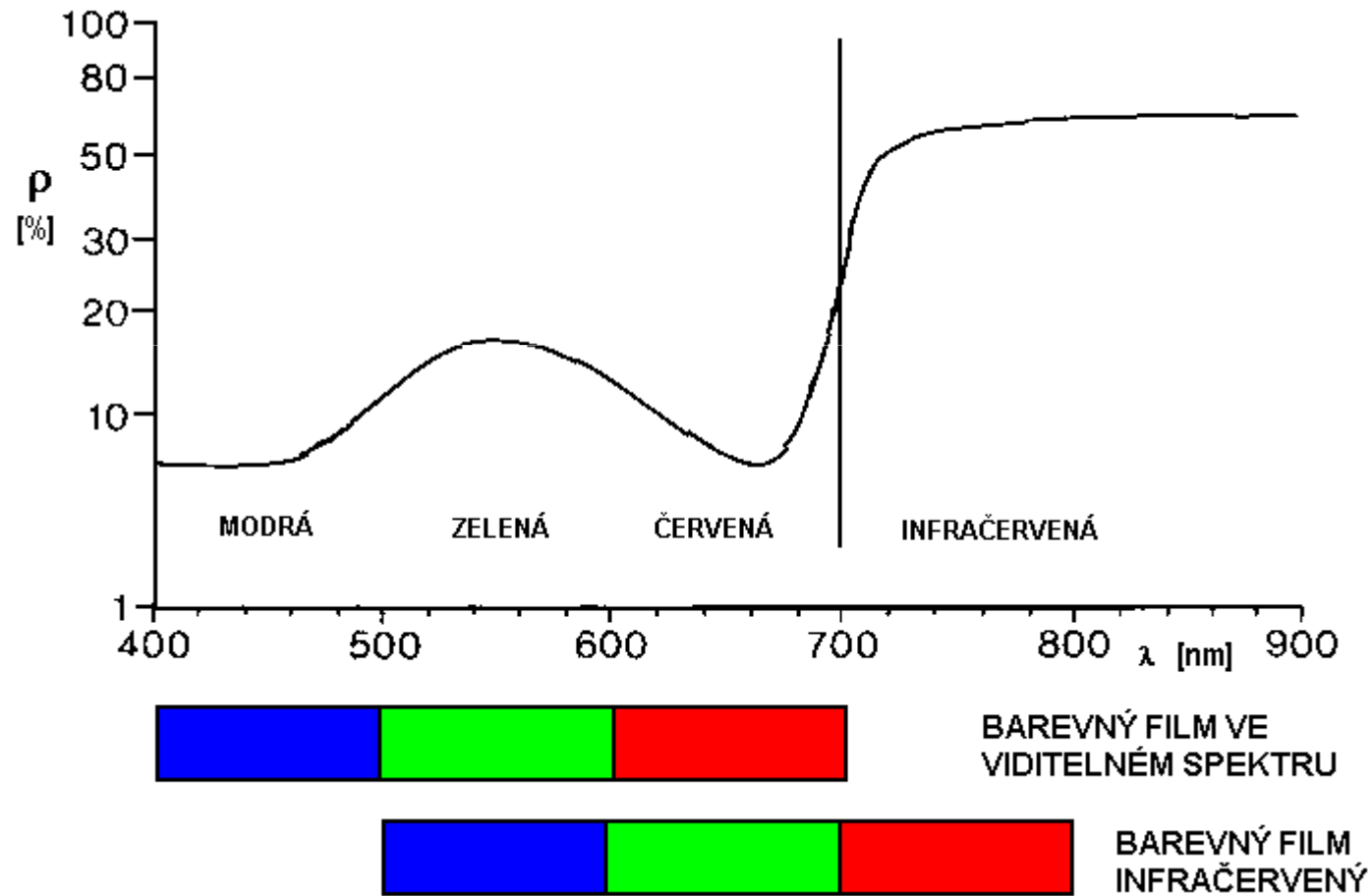


*Ukázka barevného  
a infračerveného  
snímku (zdroj  
[http://mapy.plzen.  
eu](http://mapy.plzen.eu))*





# Barevné kódování objektů na viditelné a infračervené fotografii



# Barevné kódování objektů na viditelné a infračervené fotografii

Objekt odráží světlo	modré	zelené	červené	infračervené
1. na barevné fotografii viditelné bude	modrý	zelený	červený	*****
2. na barevné IČ fotografii bude	*****	modrý	zelený	červený



1. přirozené barvy objektů



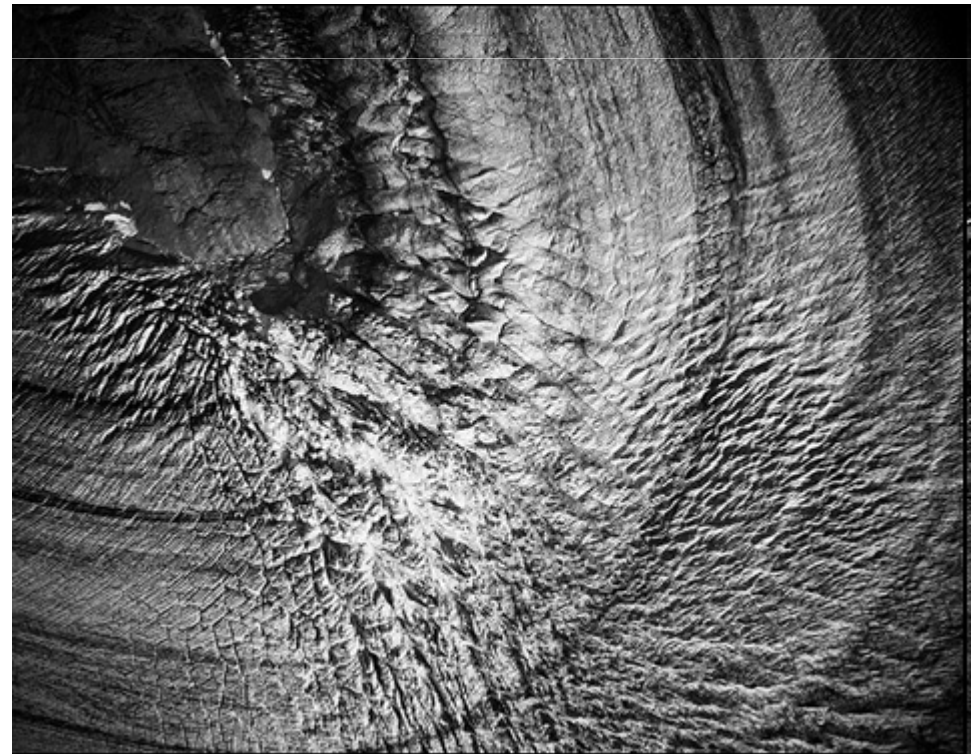
2. nepravé barvy objektů

# **Filtry**

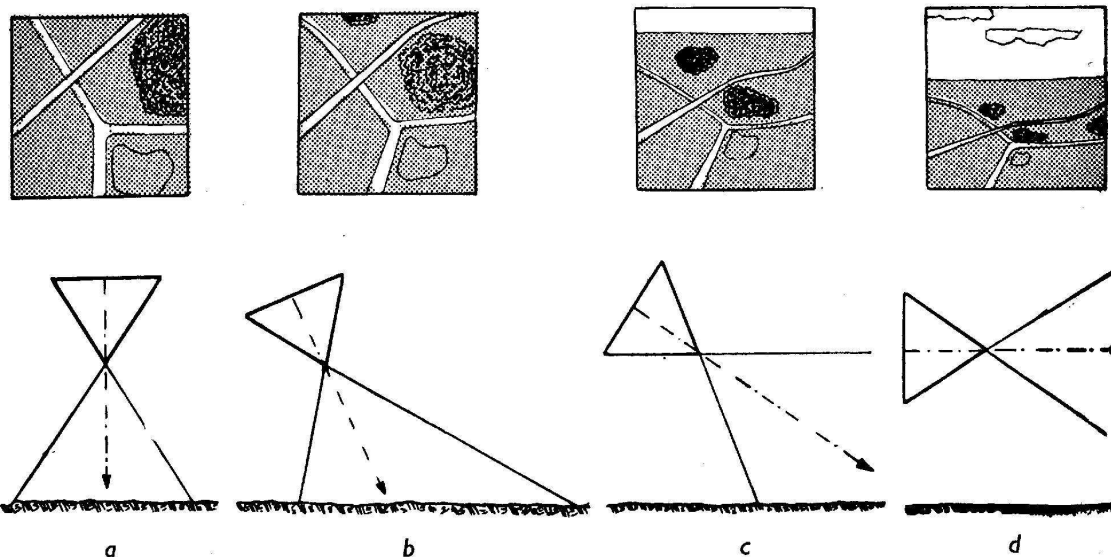
- **Nutnost použití filtrů u konvenčních metod plyne z výšky letu.**
- **Rozptyl paprsků degraduje kontrast snímků, snižuje jejich kvalitu.**
- **Funkcí filtru je tedy odstranit paprsky rozptýleného světla.**
- **Barevný filtr vždy zdůrazňuje tu barvu, kterou je zabarven a zeslabuje barvu doplňkovou.**
- **Panchromatické fotografie se nejčastěji používají s filtry světle žlutými nebo žlutozelenými,**
- **Barevné fotografie ve viditelné části spektra používají tzv. UV absorpční filtr.**
- **Na černobílých infračervených snímcích se používají žluté filtry v lesnictví, temně červené např. k určování vodních ploch, u barevných fotografií světle žluté.**

# Filtry

- **Filtr je charakterizován tzv. spektrální propustností, což je množství propuštěného záření v daném vlnovém rozsahu.**
- **Zvláště pečlivě se spektrální propustnost posuzuje u multispektrální fotografie, kde filtr propouští pouze úzce ohraničený spektrální obor (kanál, pásmo) - označuje jako filtr úzkopásmový.**
- **Osvětlení fotografie klesá směrem od středu k okrajům.**
- **Tento úbytek světla se nazývá vignetace a k jejímu eliminování se používají speciální filtry, které absorbují silněji ve střední části snímku a méně směrem k okrajům**



# Geometrické vlastnosti letecké fotografie



Podle orientace osy záběru dělíme snímky na

- a. snímky svislé (kolmé)
- b. snímky šikmé (bez horizontu - low oblique)
- c. snímky šikmé (s horizontem - high oblique)
- d. snímky vodorovné

Při odchylce 1 až 3 stupně lze považovat snímek za kolmý.

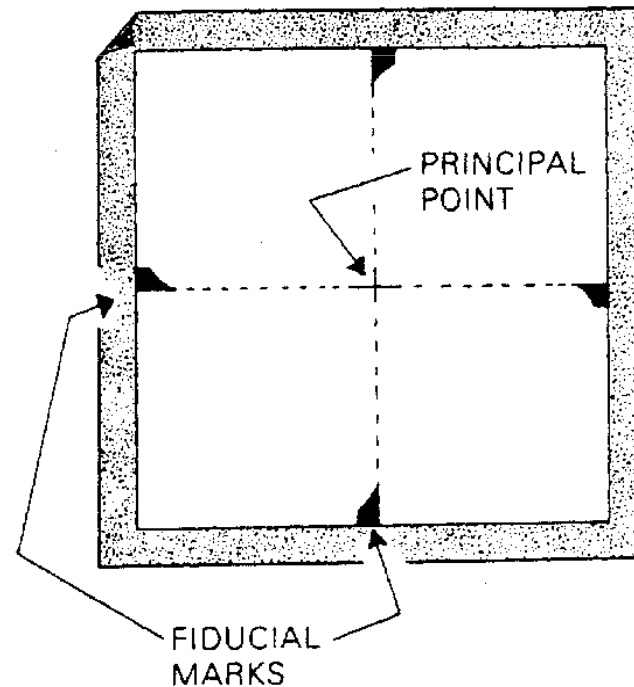
Kolmé (svislé) fotografie - letecké měřické snímky (LMS).

Blíže k LMS viz. Základy fotogrammetrie

# Letecký měřický snímek

Letecké měřické snímky obsahují kromě vlastní scény i tzv. rámové (měřické) značky a také záznam stavu přístrojů v době pořízení fotografie.

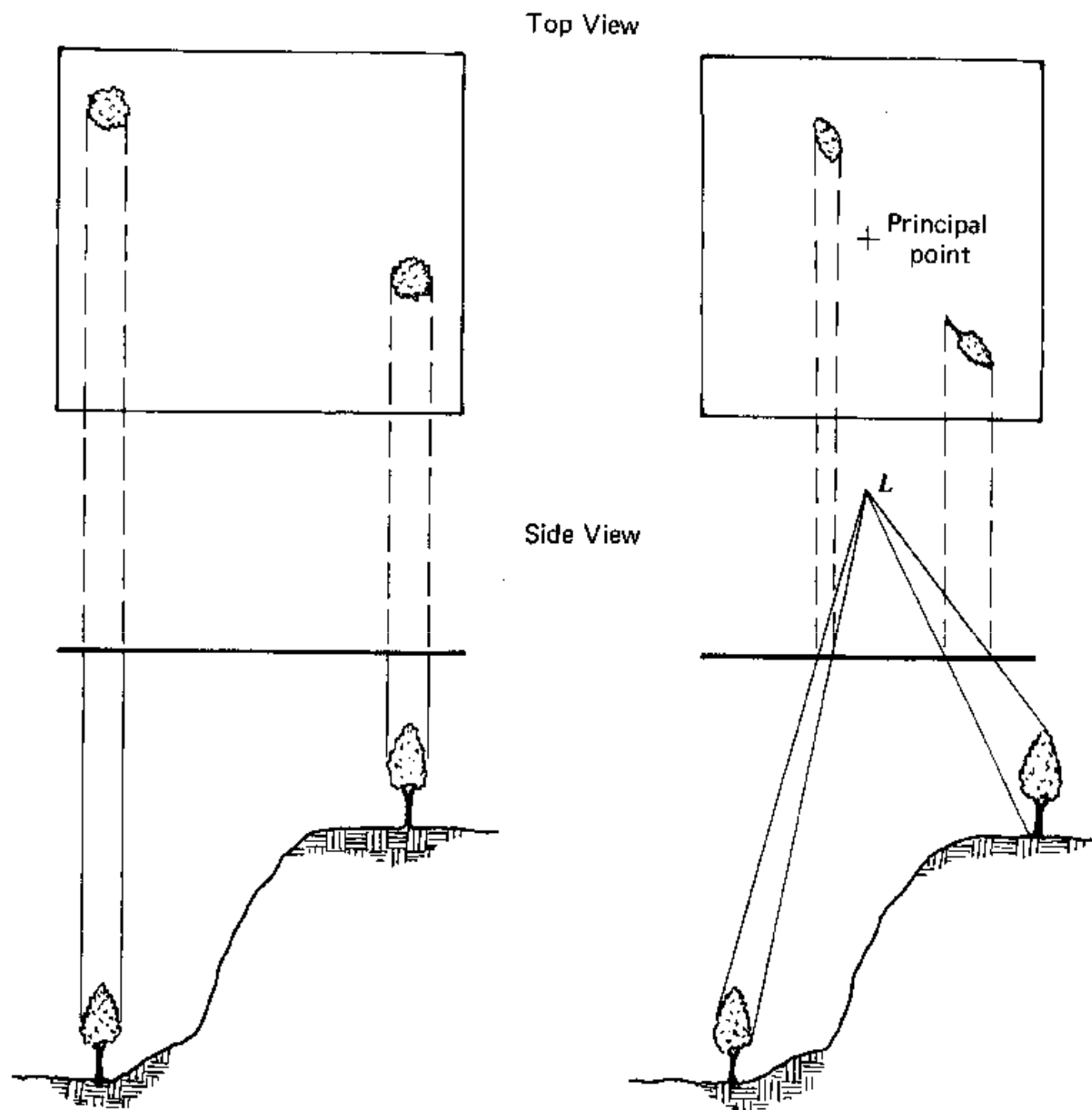
Rámové značky definují souřadný systém snímkových souřadnic



# **Geometrické vlastnosti letecké fotografie**

**Pro geometrii letecké fotografie jsou typické následující efekty:**

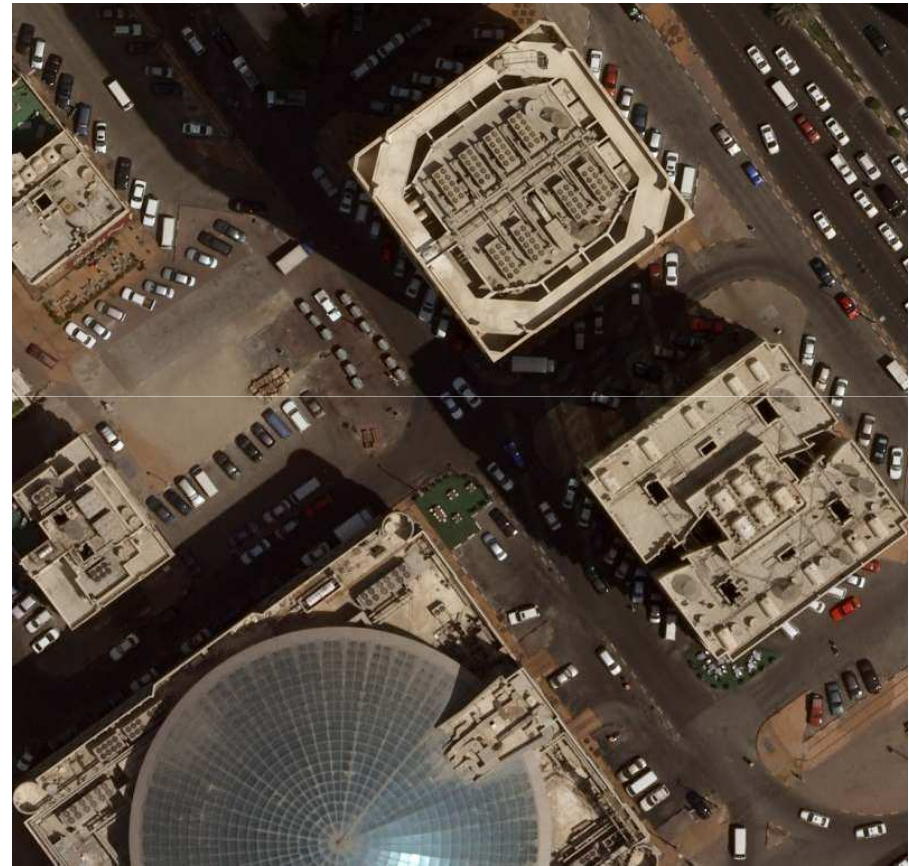
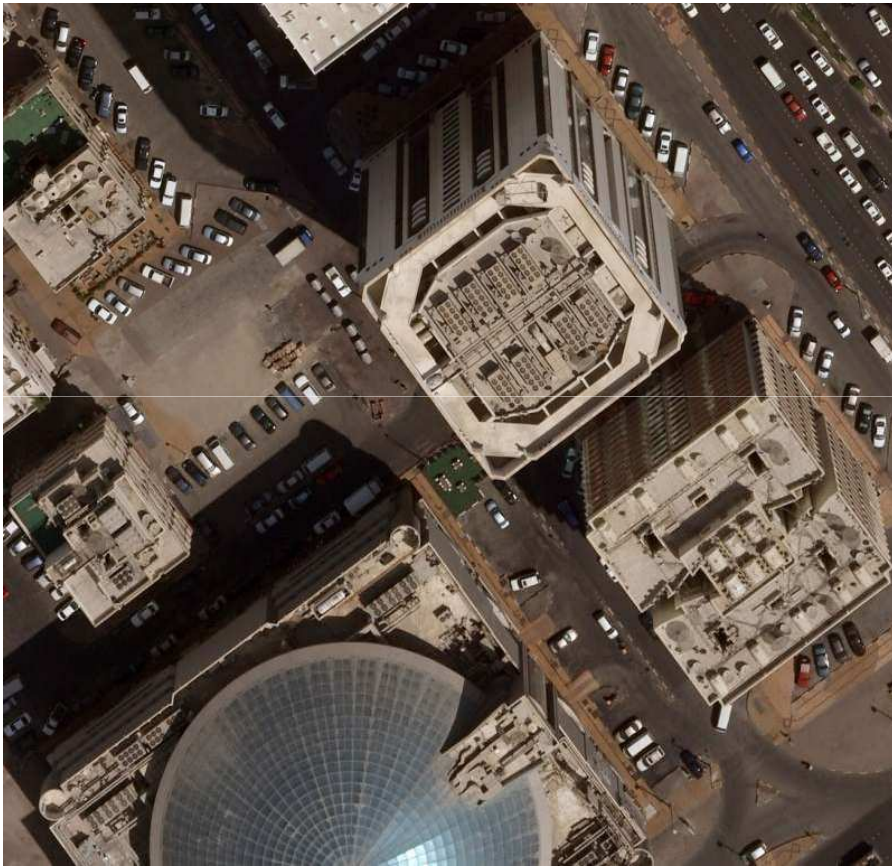
- **kolísání měřítka**
- **radiální posuvy (relief displacement)**



**Rozdíly v geometrii mapy (ortogonální projekce) a letecké fotografie (centrální projekce)**



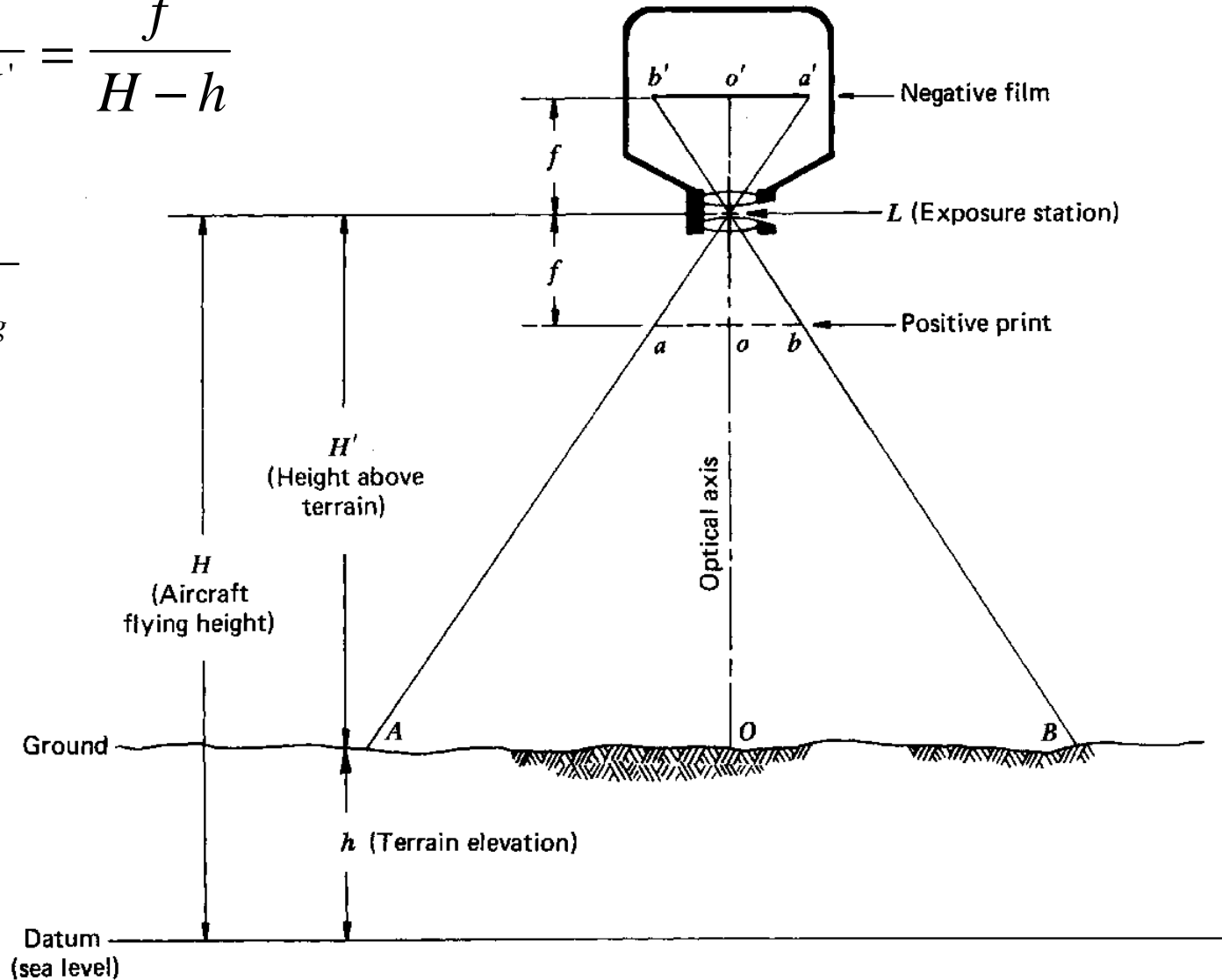
# Vliv centrální projekce na výškové objekty



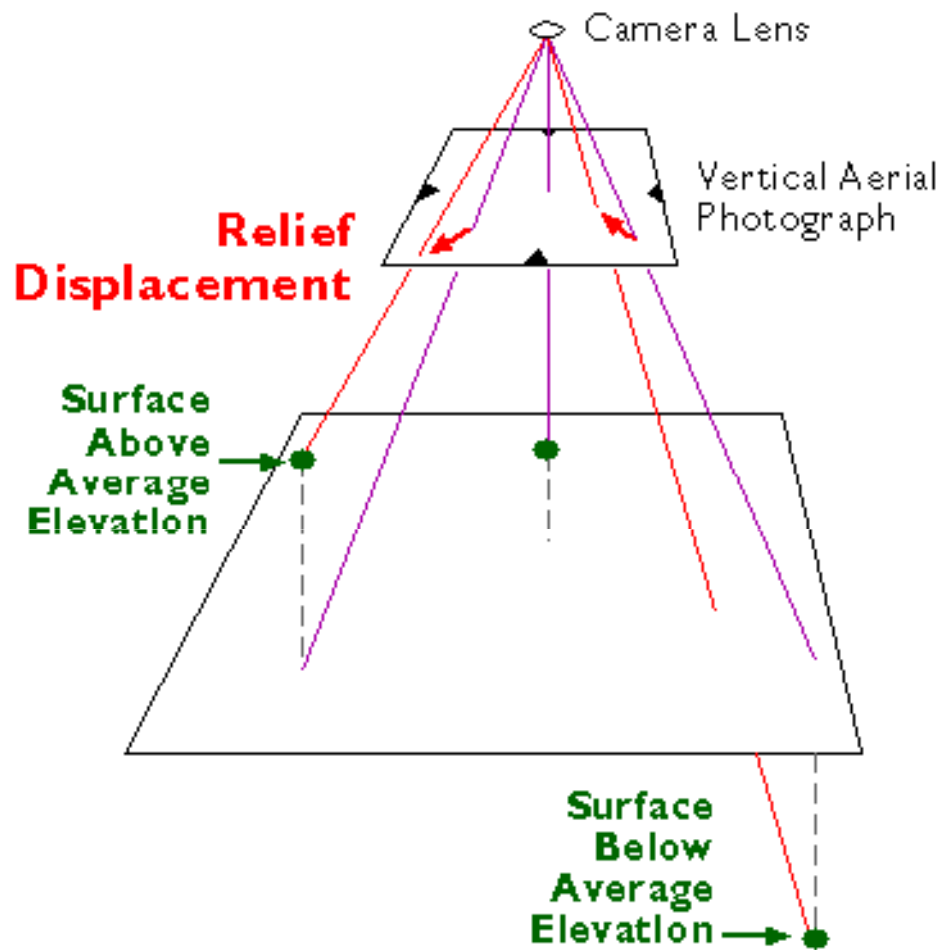
# Kolísání měřítky na letecké fotografii

$$S = \frac{\overline{ao}}{AO} = \frac{f}{H'} = \frac{f}{H - h}$$

$$S_{avg} = \frac{f}{H - h_{avg}}$$



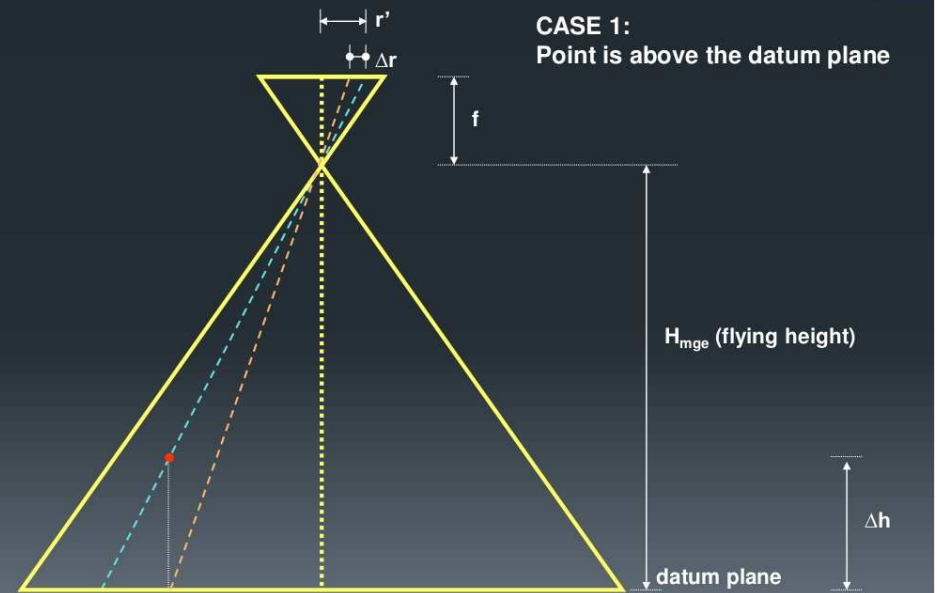
# Radiální posuvy na letecké fotografii



**Podstata relativních změn  
v poloze objektů na svislé  
letecké fotografii v důsledku  
reliéfu s převýšením**

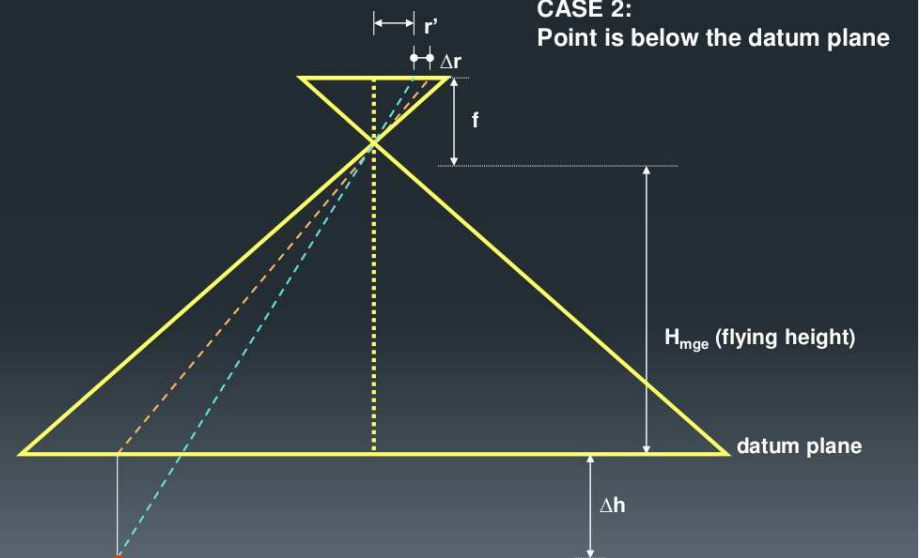
## Relief Displacement

CASE 1:  
Point is above the datum plane



## Relief Displacement

CASE 2:  
Point is below the datum plane



# Optické vlastnosti leteckých fotografií

**Kontrast** - je to rozdíl mezi světlými a tmavými plochami.

**Ostrost** - je to schopnost zachytit změnu kontrastu. Jako hloubka ostrosti se označuje schopnost objektivu snímat ostře objekty, které nejsou ve stejné vzdálenosti.

**Oblačné jasné skvrny** - intenzivní odraz od okrajů kupovité oblačnosti a následné přezářením terénu.

**Sluneční skvrna** - světlá skvrna většinou na vodních plochách vznikající zrcadlovým odrazem slunečních paprsků přímo do objektivu kamery. Na opačném konci vzhledem k hlavnímu bodu leží tzv. horká skvrna.

**Vignetace** – úbytek světla k okrajům snímku

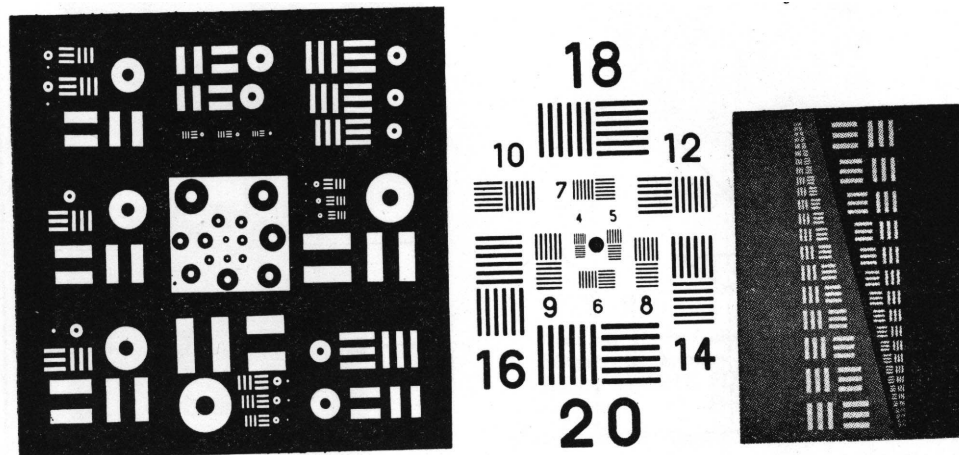


# Prostorová rozlišovací schopnost

Je to schopnost odlišit na snímku jakékoliv dva sousední objekty. Posuzuje se podle skutečné velikosti objektu, který lze na snímku ještě rozeznat při největším možném zvětšení.

U fotografií se rozlišovací schopnost měří počtem ještě rozpoznatelných čárek na 1 mm šířky

Rozlišovací schopnost 50 čar/mm rovná se  $1/50 = 0,02$  mm



### ***Výhody snímků pořízených konvenčními postupy***

- Vysoká optická kvalita (dvojnásobná rozlišovací schopnost než lidské oko)
- Širší spektrální pásmo
- Relativně rychlá a levná metoda oproti pozemnímu měření
- Úplný záznam, studium dynamiky jevu

### ***Nevýhody***

- Špatně čitelná vertikální členitost
- Omezení na dobré počasí, denní svit
- Výškové členění je zkreslené (v nestejném měřítku)
- K interpretaci je potřeba výcvik

### ***Digitální fotografie***

Může být vytvořena dvěma způsoby:

- přímo v digitální podobě (digitální kamerou)
- skenováním analogového obrazu