



Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach  
Prírodovedecká fakulta  
Ústav geografie



# Metódy diaľkového prieskumu Zeme

## Fotogrametria – pasívna metóda

doc. Mgr. Michal Gallay, PhD.  
[michal.gallay@upjs.sk](mailto:michal.gallay@upjs.sk)

# Fotogrametria

- pasívna metóda DPZ, vedecko-technická disciplína,
- Cieľom je presné meranie a iné geometrické analýzy objektov zachytených na fotografickom zázname (**meračských snímkach**)
- Analógová fotogrametria využíva záznam na médiách ako fotografický papier, pozitív/negatív na celuloide
- Digitálna fotogrametria využíva počítačové spracovanie digitálneho fotografického záznamu
- Letecká fotogrametria, pozemná fotogrametria (blízka fotogrametria)
- Blízka fotogrametria (dnes v súvislosti s UAV, spracovanie obrazu metódami počítačového videnia, machine vision, SfM)

# Fotogrametria

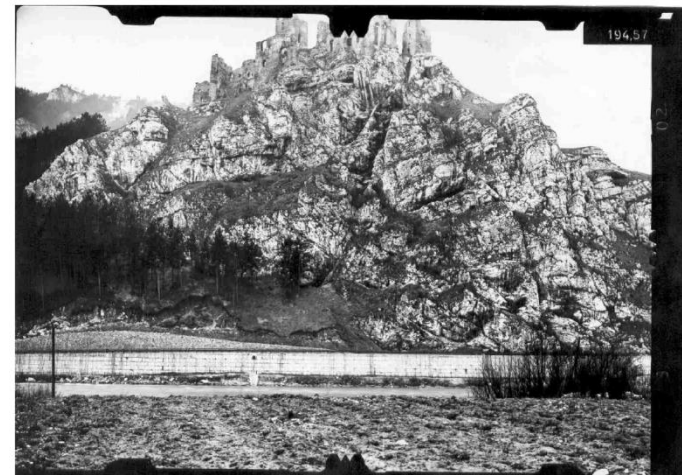
## Letecká

- Vzdialenosť medzi expozičným centrom (fotocentrom) a objektom je veľmi veľká (500-3000 m)
- Využíva kalibrované kamery so známym skreslením a parametrami vnútornej orientácie snímok
- mapovanie a prieskum väčších územných celkov
- vertikálna os záberu



## Pozemná / blízka

- Vzdialenosť medzi expozičným centrom (fotocentrom) a objektom je malá (5-100 m)
- Používajú sa kalibrované kamery, ale aj bežné fotoaparáty, kt. sú zväčša nekalibrované
- pri meraní stavebných objektov a ich konštrukčných prvkov, zameriavaní stavebných pamiatok, dokumentácii podzemných objektov (tunelov), meraní zosuvných procesov, vo výskume
- zväčša horizontálna os záberu



Obr. 1.1. Pozemná fotogrametrická snímka (komora Photo 19/1318 Zeiss)

# Fotogrametria podľa počtu použitých snímok

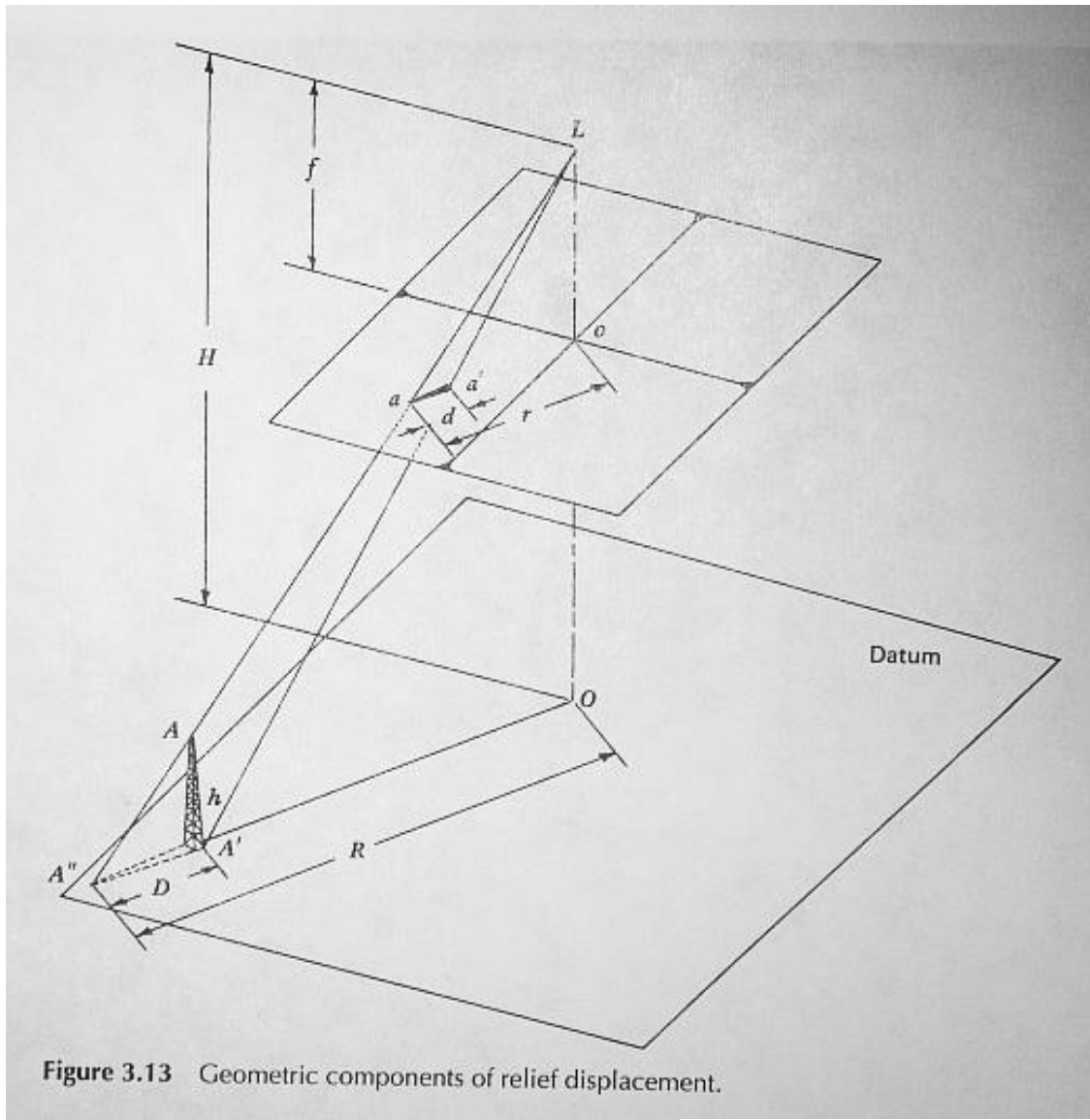
## Jedna letecká snímka (jednosnímková)

- Mierka snímky
- Výška objektov
- Dĺžka objektov
- Plocha objektov/územia
- Obvod objektov/územia
- Farba objektov (spektrálne vlastnosti)
- **Najpresnejšie je meranie týchto veličín pre územia ploché (rovinaté).**
- V leteckej fotogrametrii pri tvorbe leteckých plánov (fotoplán, fotonáčrt).
- V pozemnej fotogrametrii napr. pri určovaní prechodového prierezu tunela, ako projekčné podklady pre rekonštrukciu pamiatkovo chránených objektov

## Stereopár snímok (dvojsnímková f.)

- Presná planimetrická poloha (x,y) pôdorysov objektov ako napr. budov, ciest, riek, pobrežia
- Presná výška objektov/terénu
- Tvorba digitálnych výškových modelov (terén, povrch objektov)
- Ortorektifikácia snímok
- Tieto veličiny je možné merať ak sa snímky prekrývajú (zobrazujú to isté územie z dvoch rôznych polôh fotocentra).
- v pozemnej a v leteckej fotogrametrii pri zhotovovaní máp s **polohopisným a výškopisným obsahom**

# Jedna letecká snímka (jednosnímková fotogrametria)



$$d/h = r/H$$

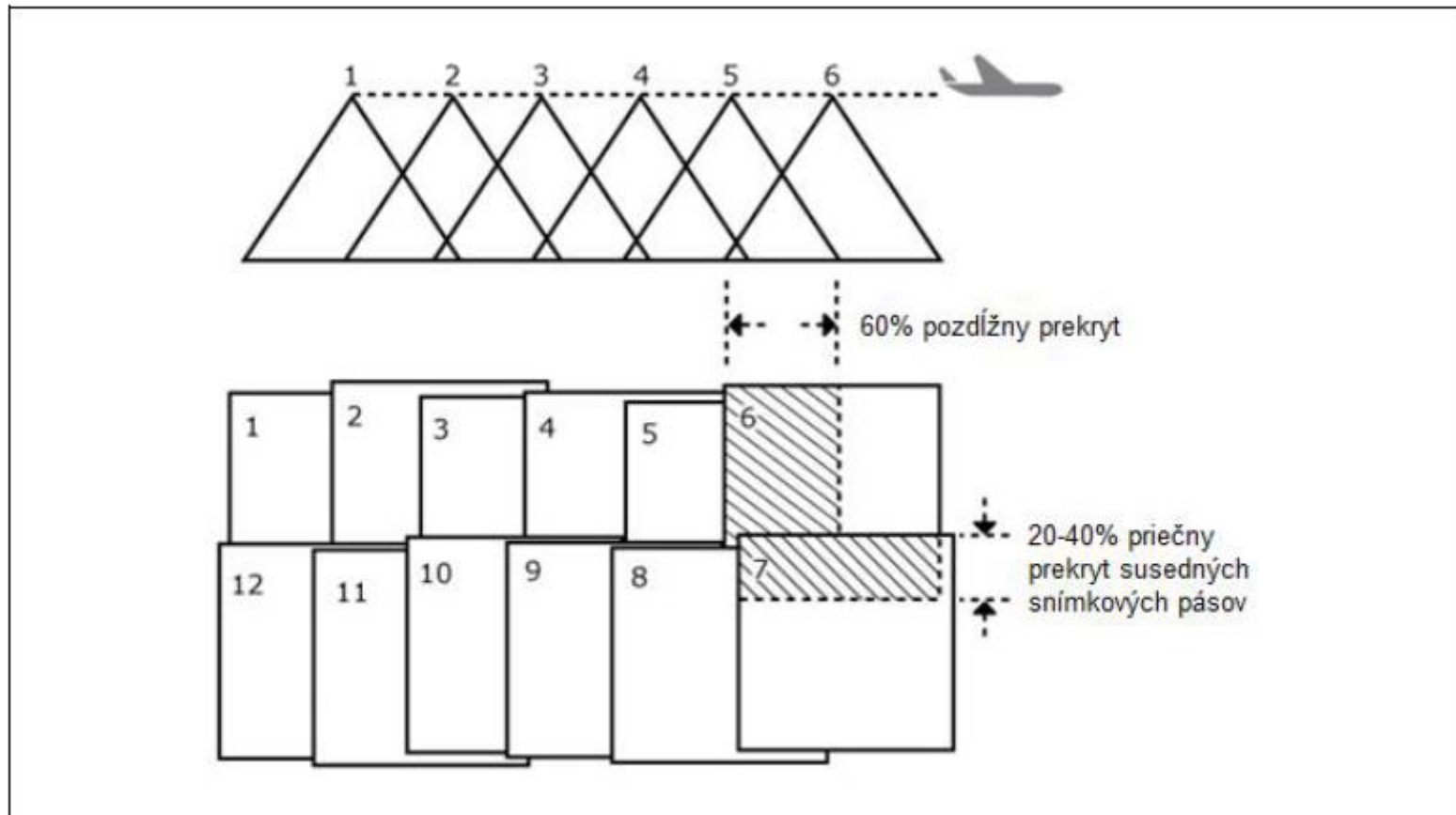
$$h = d \cdot H/r$$

*H* – výška letu nad základňou objektu

*r* – radiálna vzdialenosť na snímke

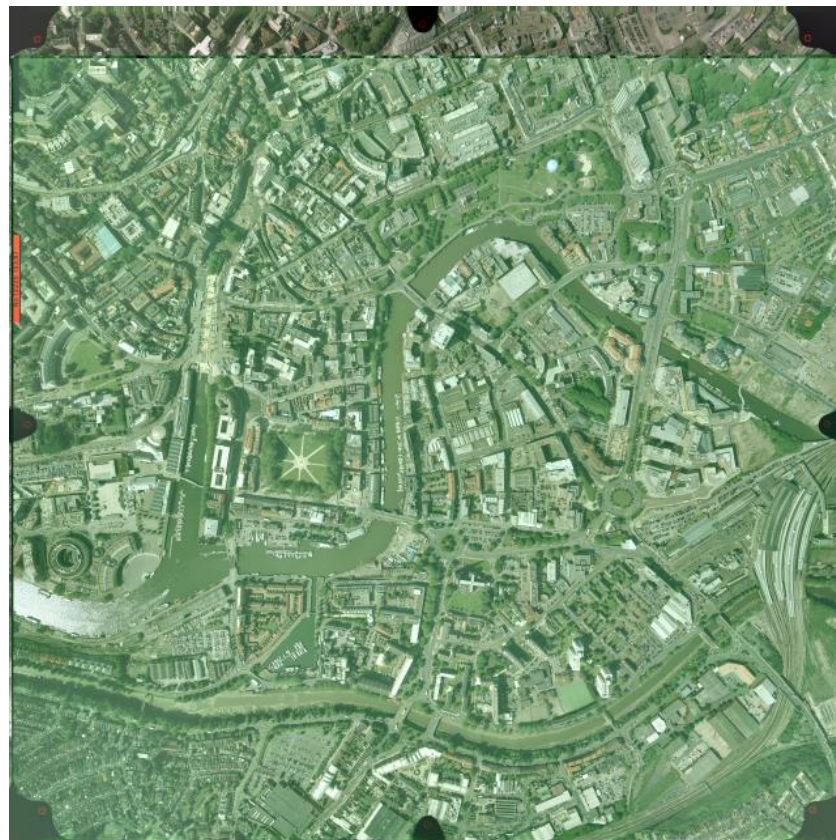
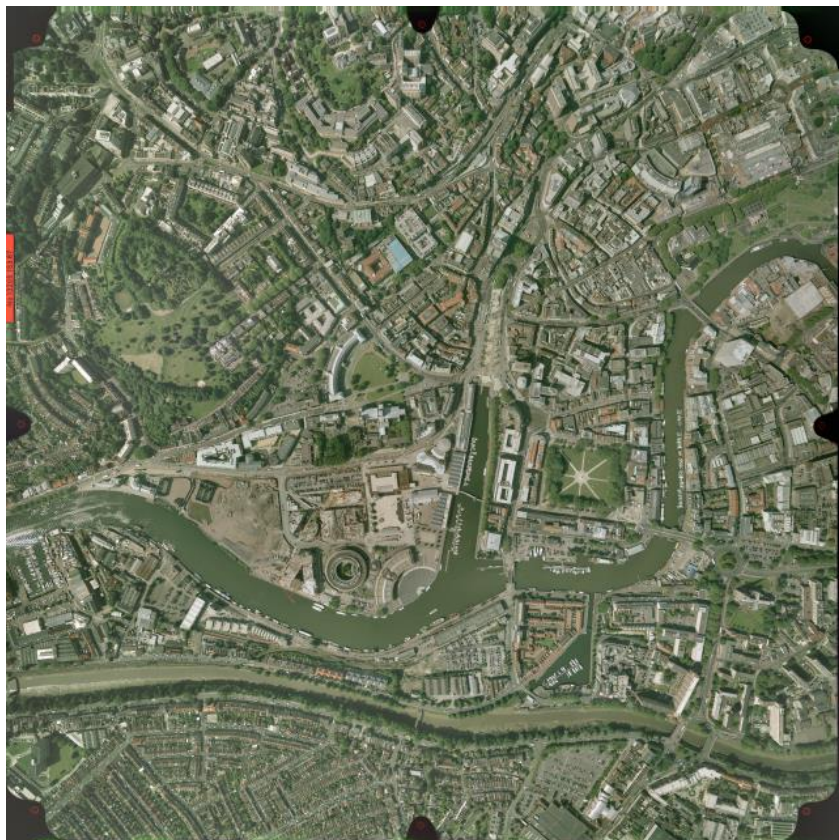
*h* – výška objektu

# Dve snímky (a viac) s prekrytom: stereofotogrametria



Obr. 8.12: Mozaika prekrývajúcich sa leteckých snímok s poradím vyhotovenia počas letu.

# Stereo snímky centra mesta Norwich

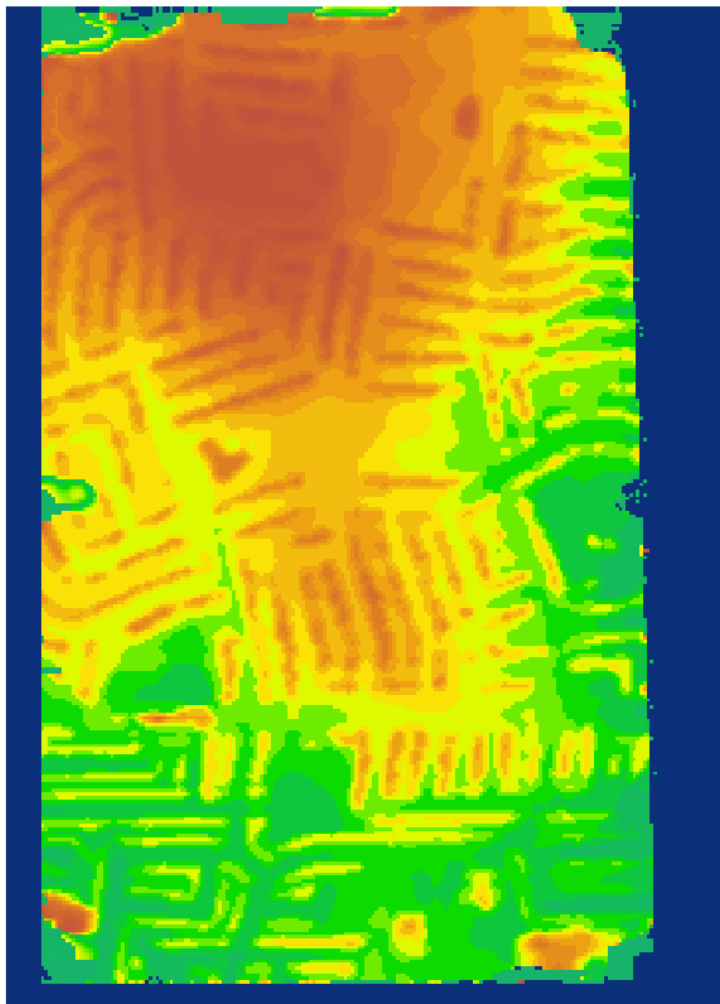


# Oblasť prekrytu stereo snímok centra mesta Norwich

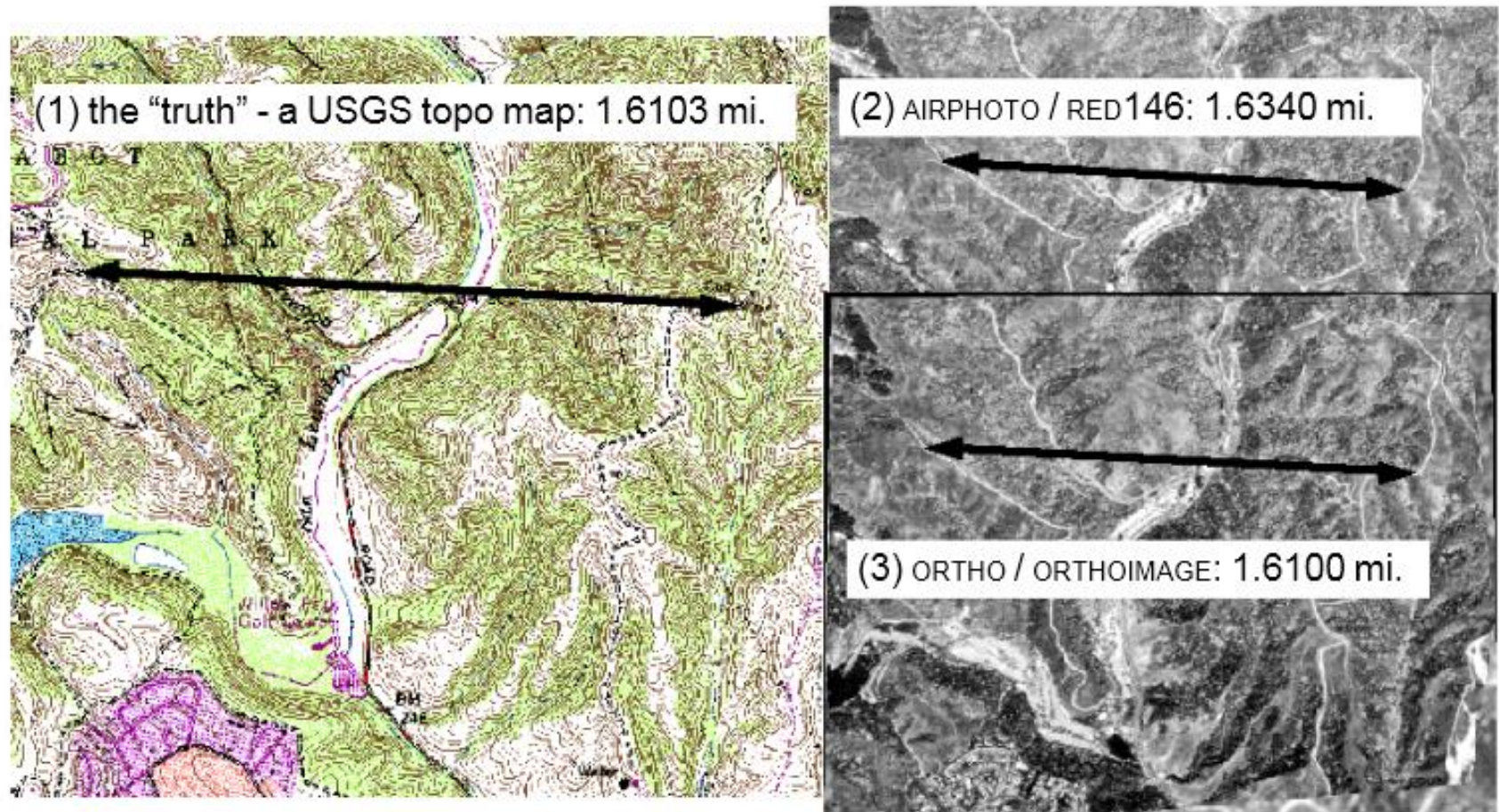




**V oblasti prekrytu možno získať digitálny model povrchu**



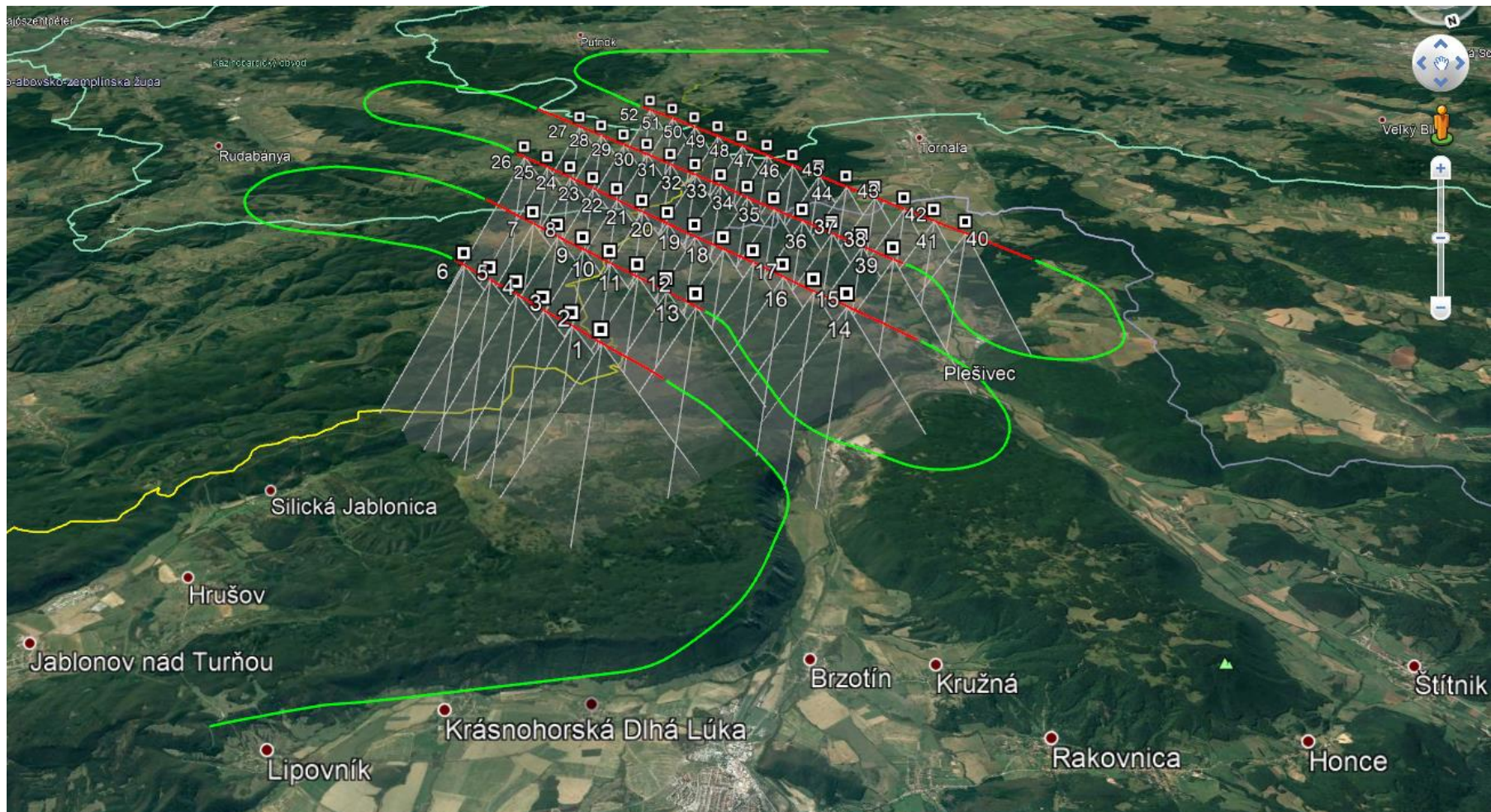
Test measurements were made on three images to evaluate the orthoimage.



Not every test measurement compared as well. Nevertheless, all the ORTHOIMAGE measurements were closer to the values from the topo map than the RED146 values were.

# Letecká fotogrametria

Príklad letového plánu pre oblasť Silickej planiny v rámci projektu SPATIAL3D

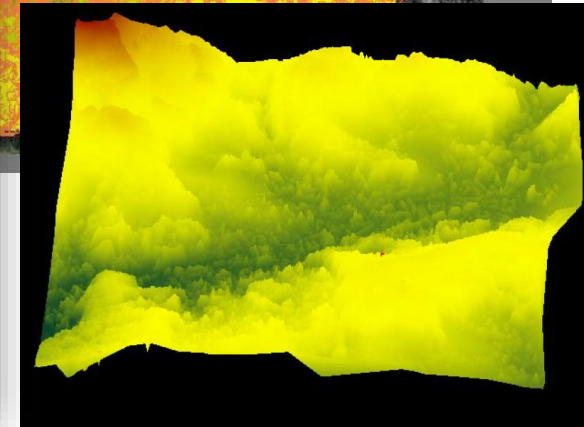
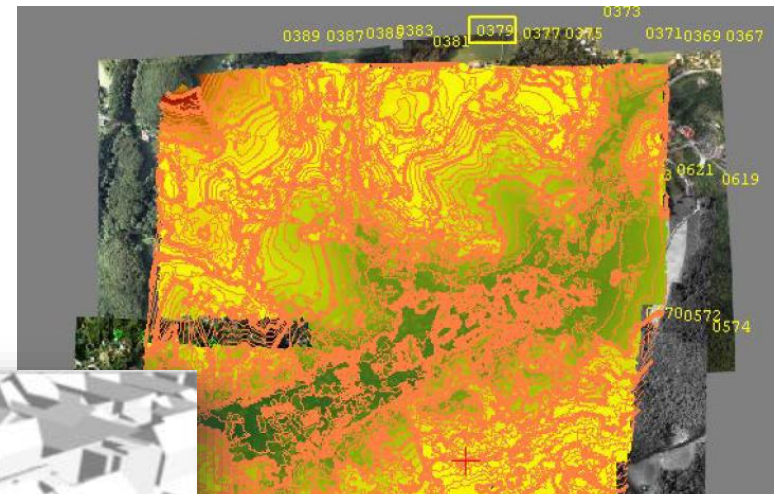


# Hlavné produkty leteckej fotogrametrie

Ortofotosnímky, ortofotomapa



Výškové bodové pole, 3D budovy,  
lomové čiary, digitálny model reliéfu

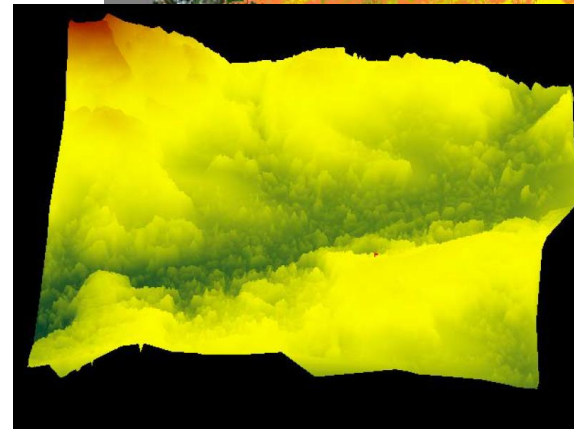
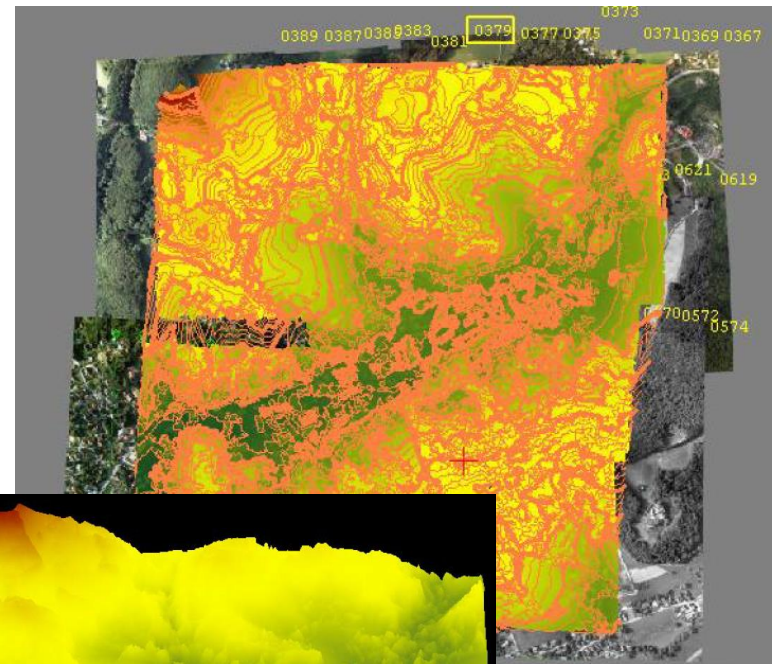


# Hlavné produkty leteckej fotogrametrie

Ortofotosnímky, ortofotomapa



Výškové bodové pole, 3D budovy,  
lomové čiary, digitálny model reliéfu



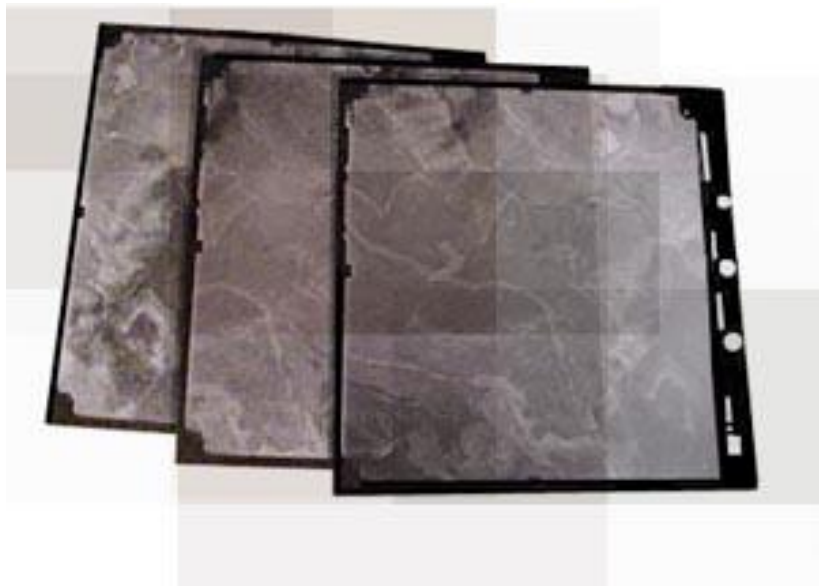


(a)

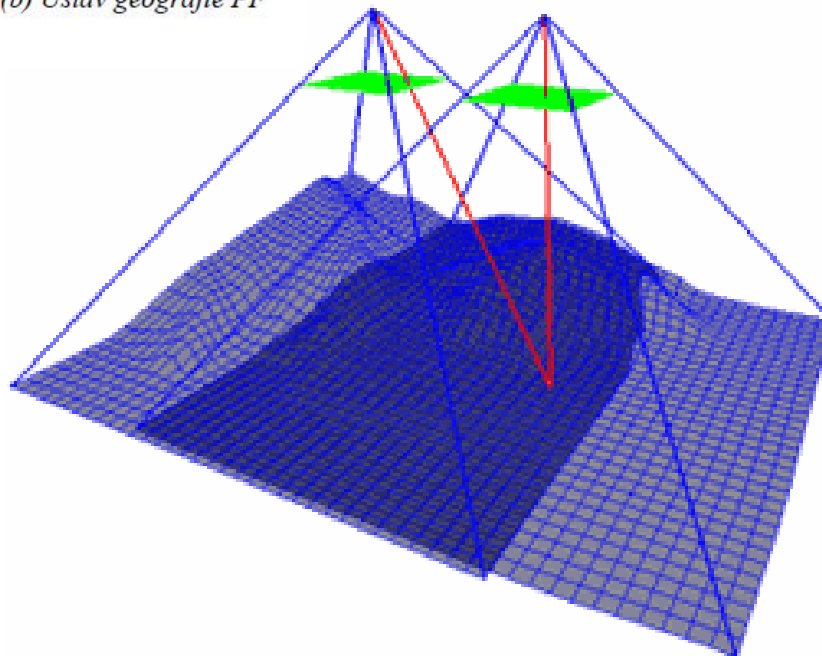


(b)

Obr. 8.14: Letecké nosiče pre fotogrametrický prieskum. (a) Lietadlo Piper s pilotom a (b) diaľkovo ovládateľný bezpilotný systém DJI Phantom 2. Zdroj: (a) Photomap, s.r.o., (b) Ústav geografie PF UPJŠ v Košiciach



<http://www.fotocart.com/fotocart.htm>



[www.esrij.com/products/lps/index.shtml](http://www.esrij.com/products/lps/index.shtml)

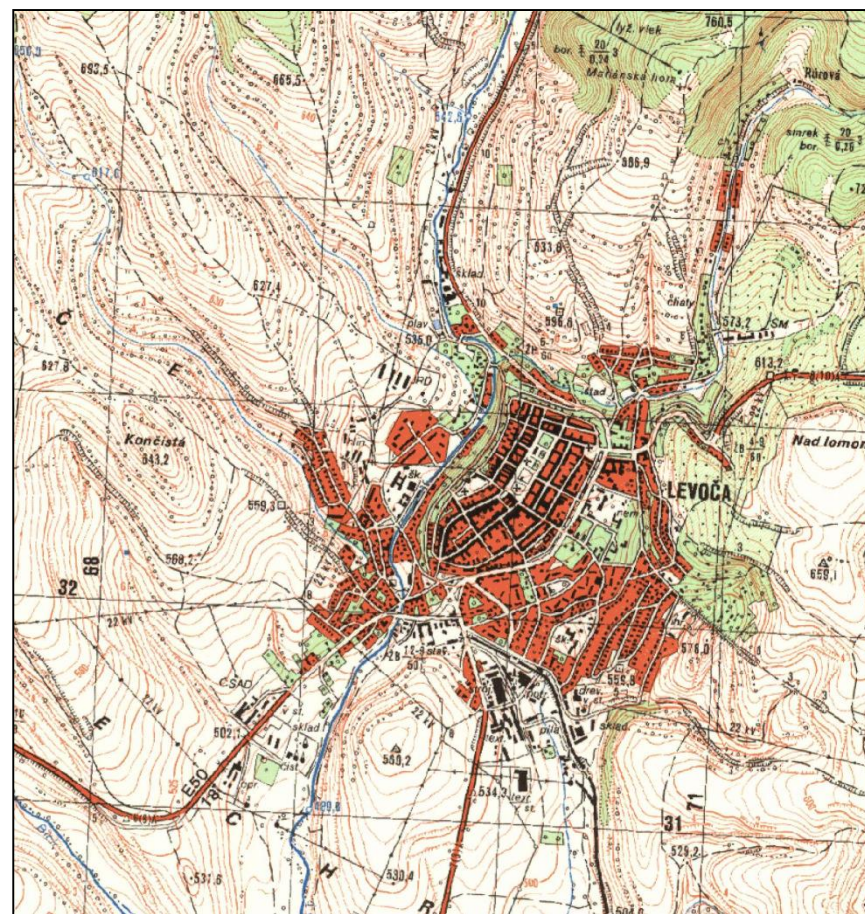
# Fotografia a snímka

Fotografia - parametre zobrazenia nepoznáme

Parametre zobrazenia

- druh projekcie
- vnútorná a vonkajšia orientácia

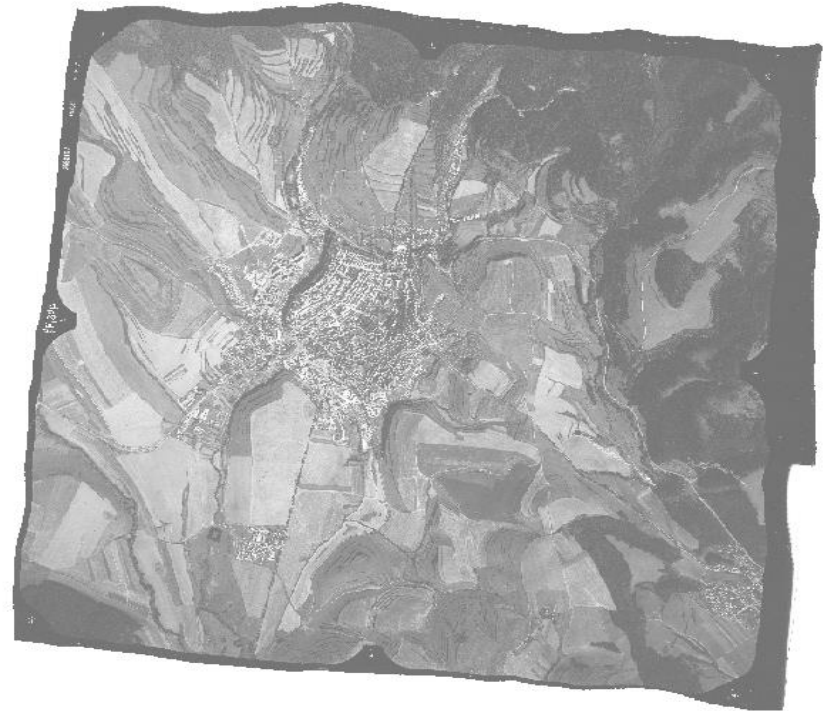
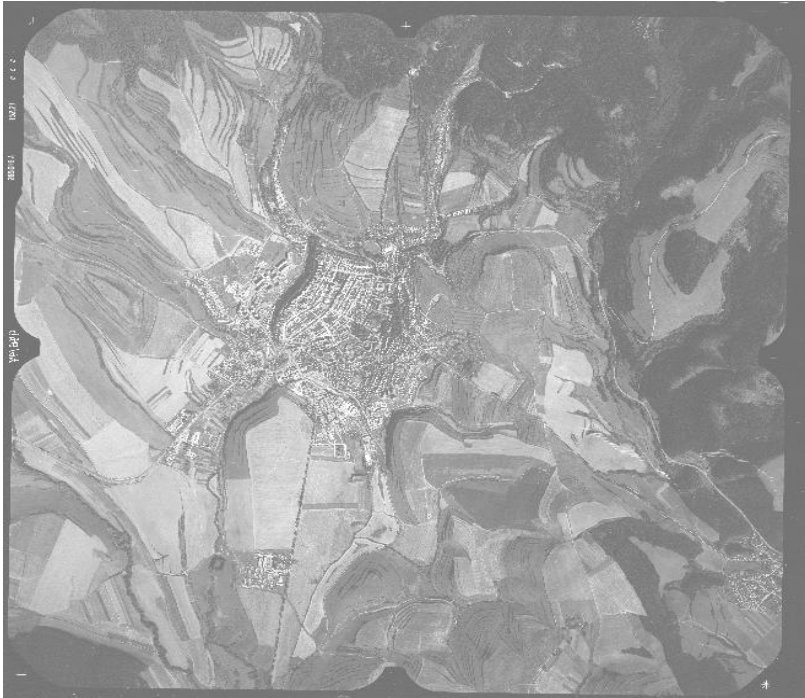
# Letecká fotogrametrická snímka a mapa



Nora PETRIGALOVÁ (2013). Detailné mapovanie krajiny leteckou fotogrametriou. Bakalárska práca.

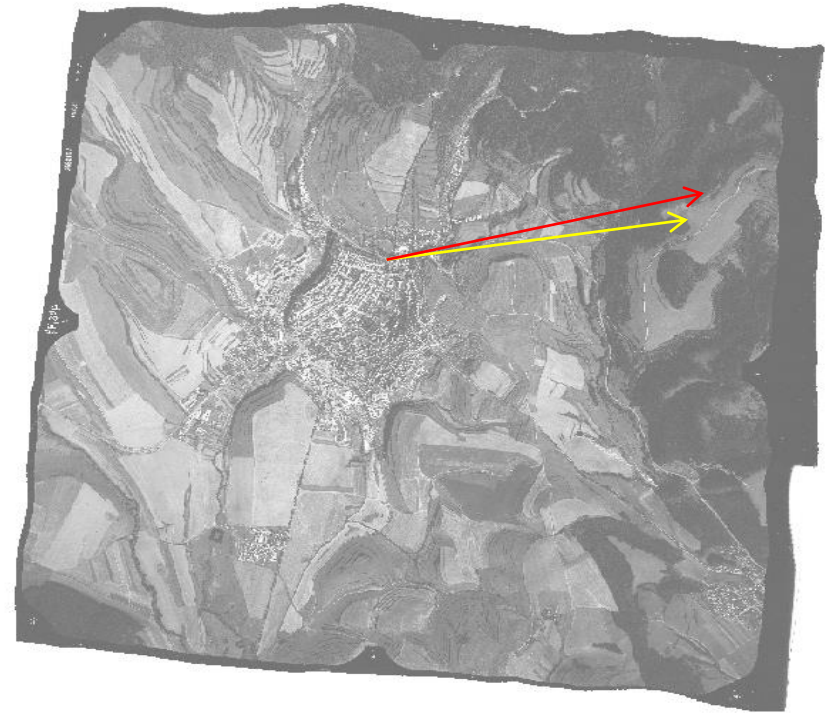
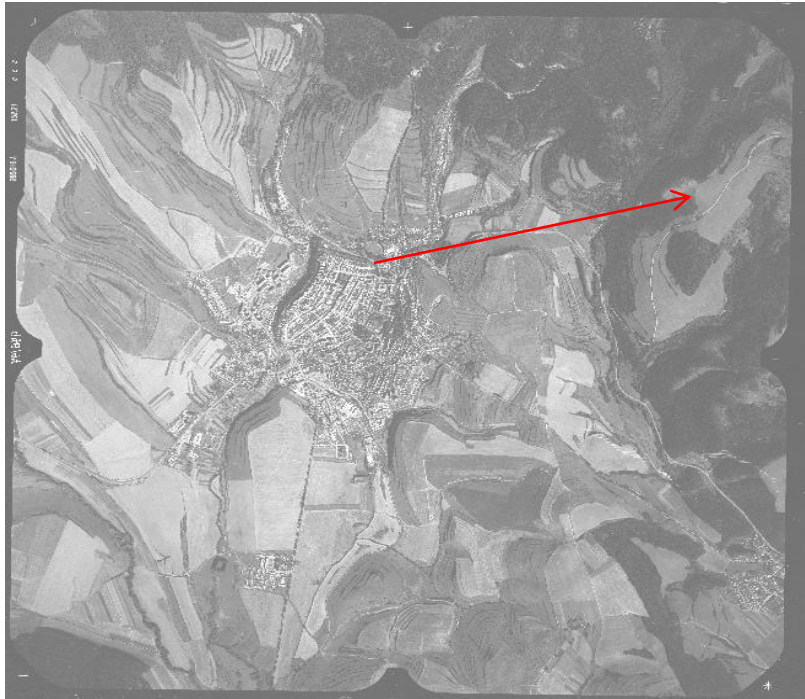


# Letecká fotogrametrická snímka a ortofotosnímka



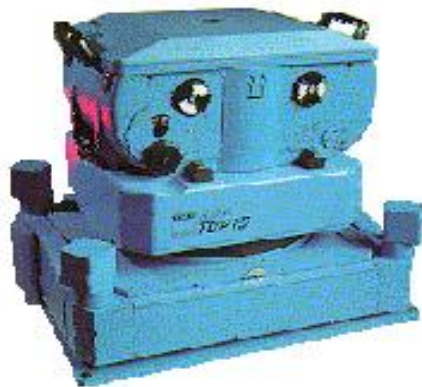
Výsledkom ortorektifikácie je letecká snímka Levoče a okolia v súradnicovej sústave mapy, ktorá je bez skreslení a možno ju použiť ako mapu pre meranie dĺžok a plôch. Jej presnosť je možné zistiť naložením vektorovej vrstvy cestnej siete na ortorektifikovanú snímku.

# Letecká fotogrametrická snímka a ortofotosnímka



Výsledkom ortorektifikácie je letecká snímka Levoče a okolia v súradnicovej sústave mapy, ktorá je bez skreslení a možno ju použiť ako mapu pre meranie dĺžok a plôch. Jej presnosť je možné zistiť naložením vektorovej vrstvy cestnej siete na ortorektifikovanú snímku.

# Letecká meračská snímka (LMS)

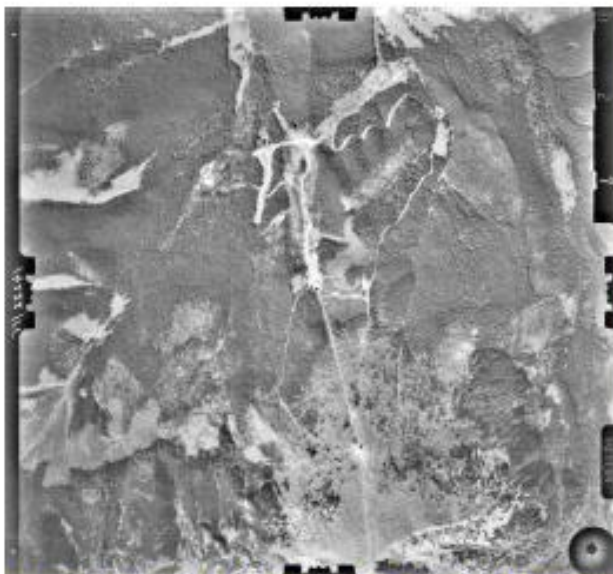


## Letecká meračská snímka

- základné médium vo fotogrametrii
- digitálna fotogrametria – digitálny obraz
  - priamo – digitálne kamery – družice, letecké digitálne kamery
  - nepriamo – skenovanie (digitalizácia) analógového obrazu
    - vysoká cena digitálnych leteckých kamier



# Formáty analógových LMS



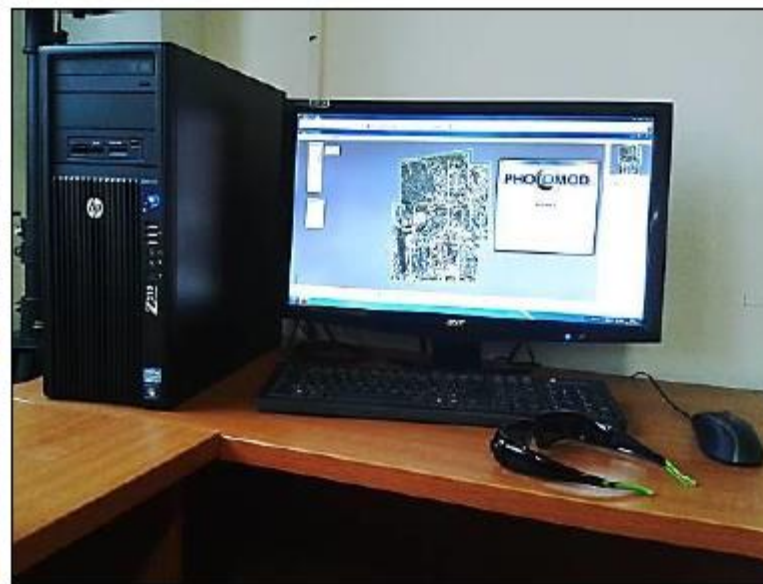
staršie – [1818] – 180 x 180 mm



novšie – [2323] – 230 x 230 mm



(a)



(b)

*Obr. 8.15: Zariadenia pre fotogrametrickú analýzu stereosnímkok: (a) stereoploter A8 od výrobcu Wild Heerbrugg, (b) fotogrametrická stanica so softvérom od firmy Racurs. Zdroj: (a) [www.blom-uk.co.uk](http://www.blom-uk.co.uk), (b) Ústav geografie PF UPJŠ v Košiciach.*

## Centrálna projekcia

- technicky ju zabezpečuje
  - fotogrametrický objektív

geometria stredového premietania

- stred premietania
- predmetové a obrazové uhly sú rovnaké

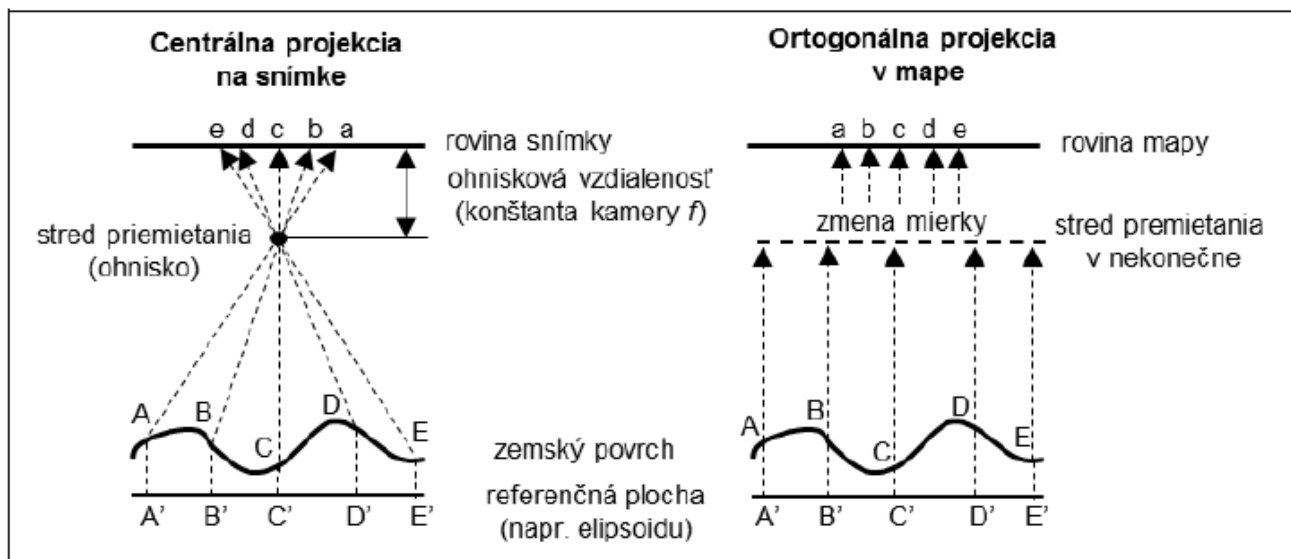


(a)



(b)

Obr. 8.16: Časť sídliska Terasa v Košiciach zachytená na výreze (a) nespracovanej leteckej snímky s centrálnou projekciou, (b) po ortorektifikácii. Zdroj: Photomap, s.r.o.



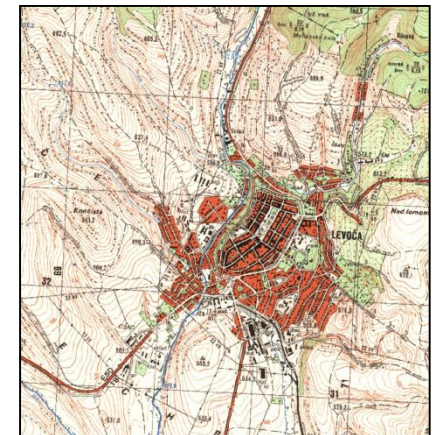
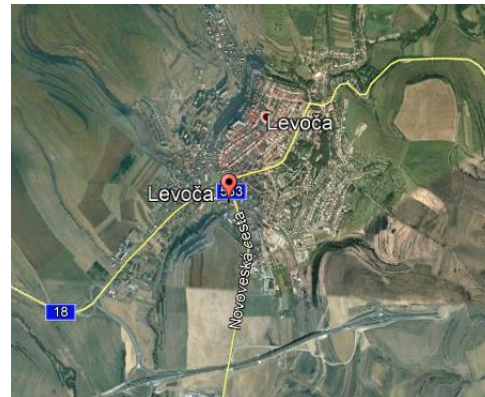
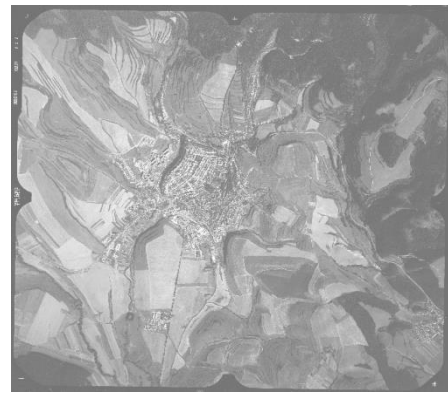
Obr. 8.17: Porovnanie efektu centrálnej a ortogónalnej projekcie obrazu (premietania).



# Vysvetlite

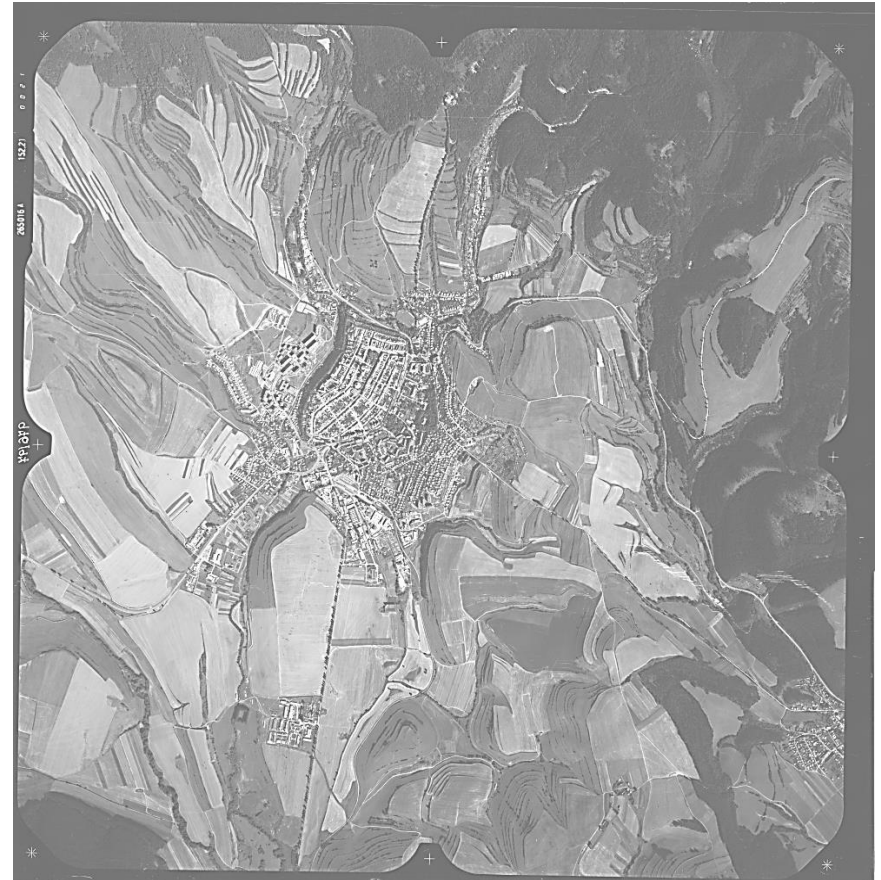
Aký je rozdiel ?

- Letecká meračská snímka
- Ortofotosnímka
- Ortofotomapa
- Mapa



# Prvky leteckej meračskej snímky

- rámové značky
- dátum letu
- Poradie snímok
- Kalibračný protokol kamery
- Záznam z IMU/GNSS pre každú expozíciu snímky

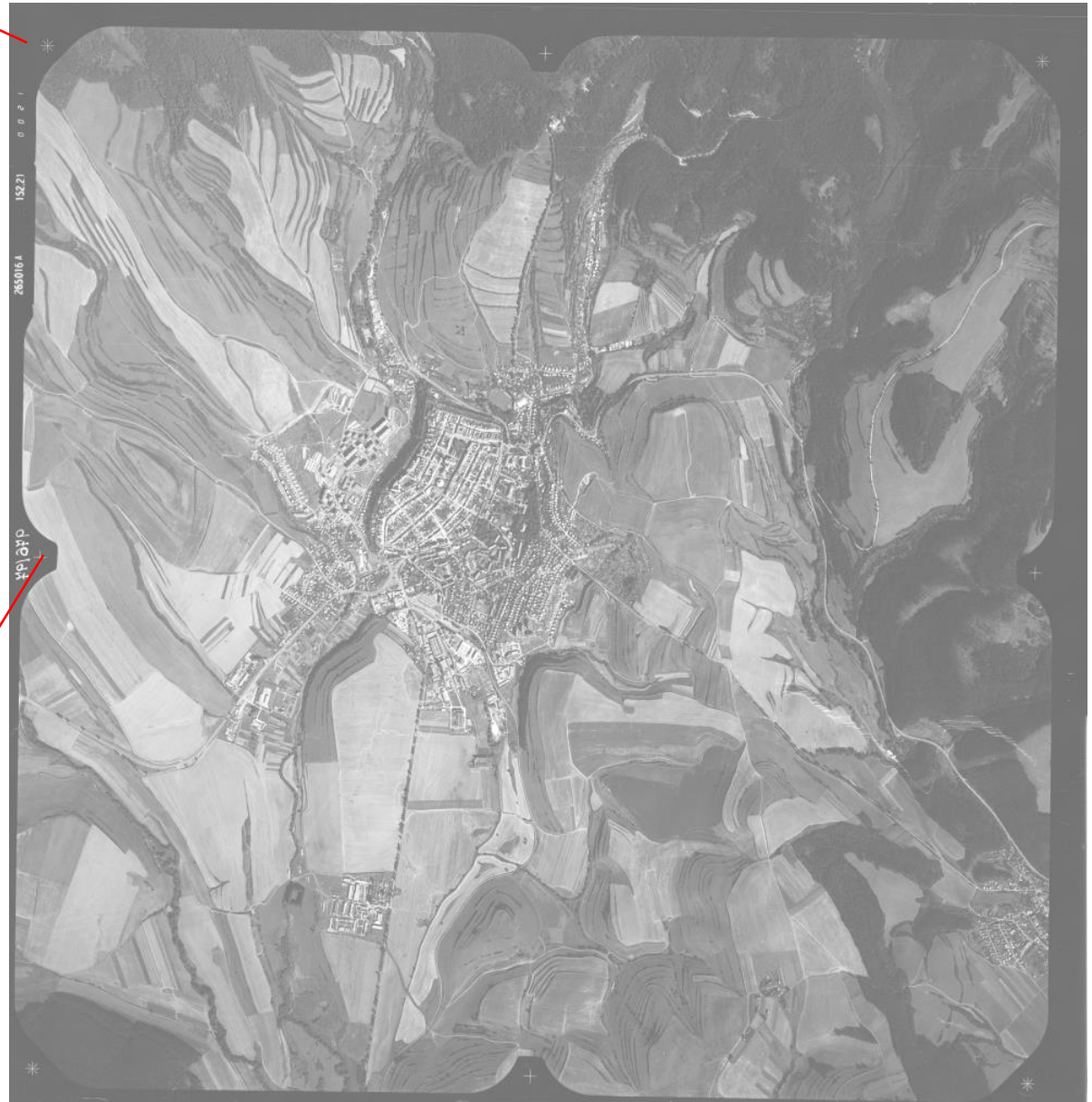


# Rámové značky/Fiducial marks

poradie  
snímky



$f$  – ohnisková vzdialenosť =  
konštanta fotokamery v mm

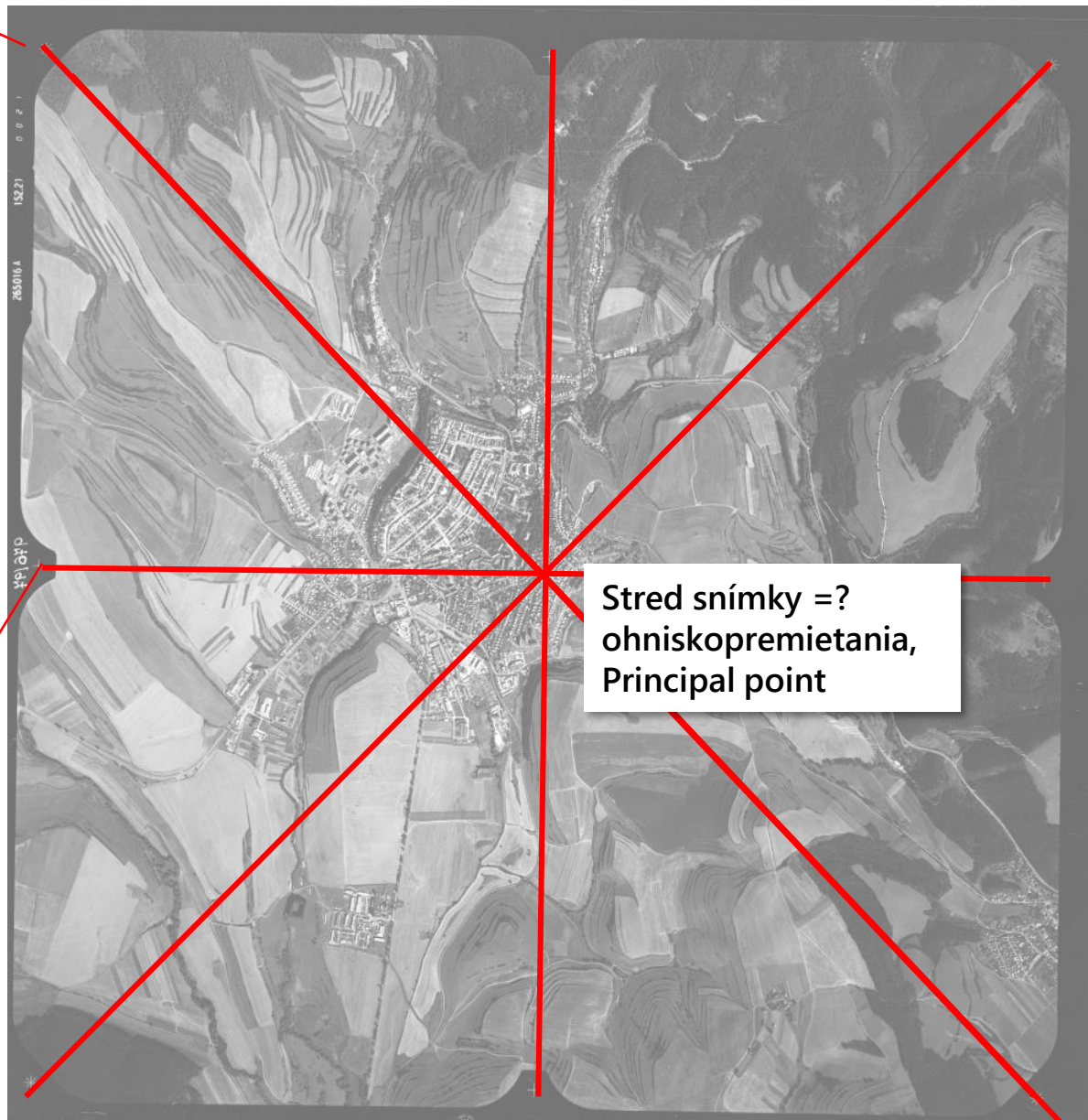


# Rámové značky/Fiducial marks

poradie  
snímky



$f$  – ohnisková vzdialenosť =  
konštanta fotokamery v mm



Stred snímky =?  
ohniskopremietania,  
Principal point

# Základné parametre LMS

- Mierka snímky ( $M_s$ ) mierkové číslo snímky ( $m_s$ )
- **$m_s = s' : s$** 
  - $s'$  je snímková dĺžka (dĺžka meraná na snímke)
  - $s$  je skutočná vodorovná vzdialenosť v teréne
- **$m_s = 1 : M_s$**  (napr. 1:10 000, tz. **0,0001**)
- **$M_s = 1/m_s$**  (napr. 10 000)

# Základné parametre LMS

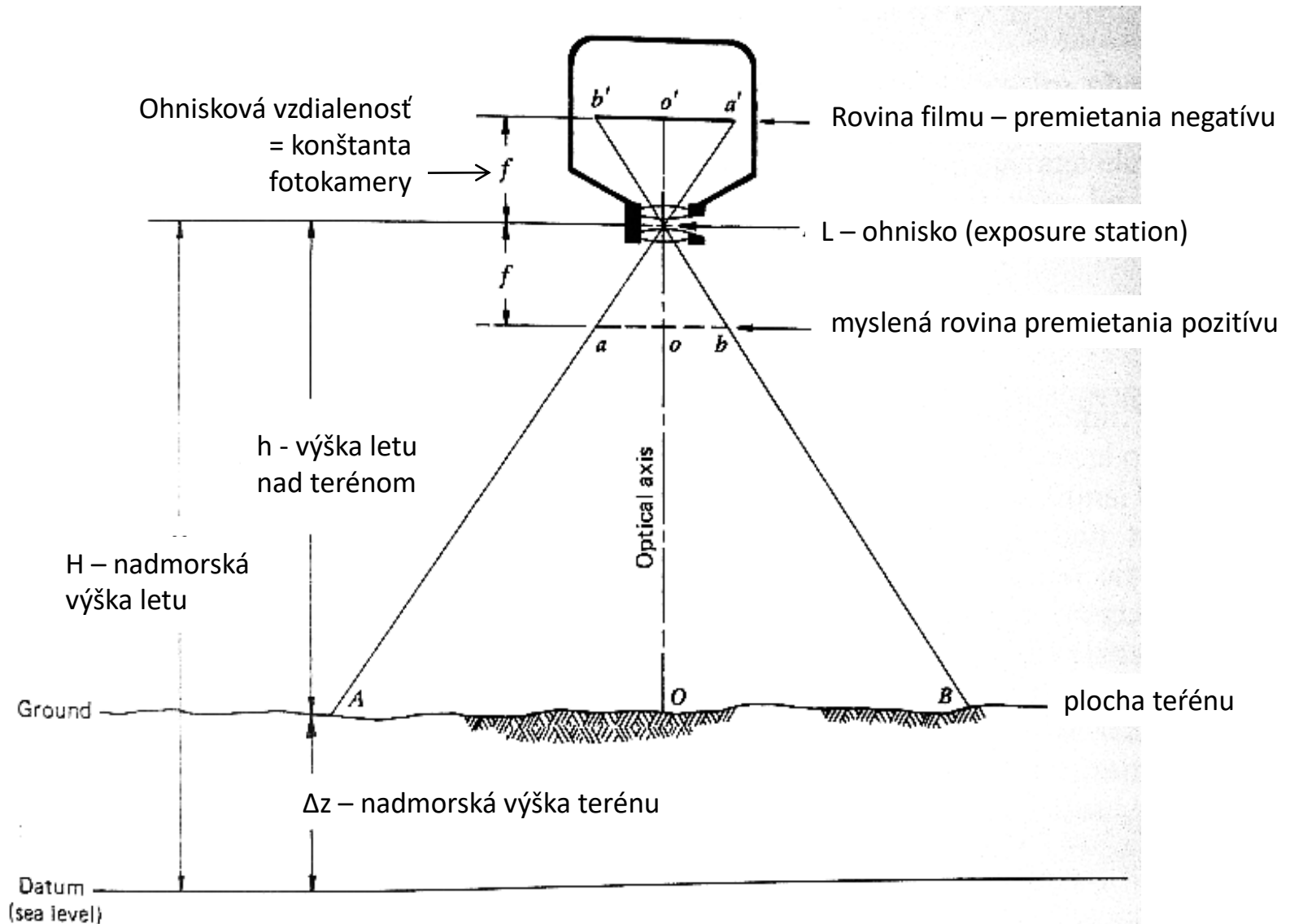


Figure 3.7 Scale of a vertical photograph taken over flat terrain.

# Základné parametre LMS

- **Konštanta fotokamery (f)**
- (vzdialenosť snímky od projekčného centra v milimetroch)
- **výška letu nad terénom (h)**
- **$h = f.Ms$ ,  $h=f/ms$**

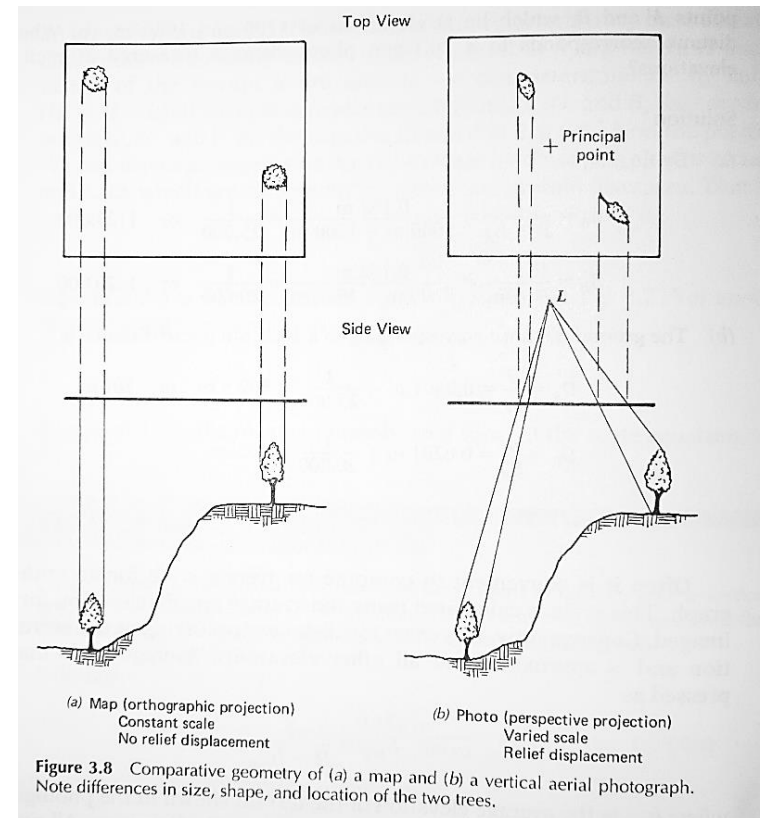
# Základné parametre LMS

- **Konštanta fotokamery ( $f$ )**
- (vzdialenosť snímky od projekčného centra v milimetroch)
- **výška letu nad terénom ( $h = H - \Delta z$ )**
- **Nadmorská výška letu ( $H$ )**
- **Nadmorská výška terénu ( $\Delta z$ )**
- **$M_s = f/h = f / (H - \Delta z)$**
- **$m_s = h/f = (H - \Delta z) / f$**

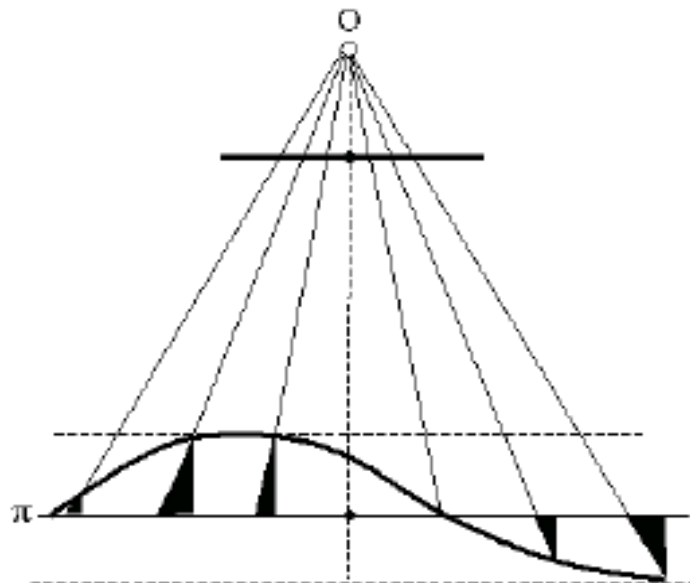


# Vplyv reliéfu

- Mapa zobrazuje krajinu ortogonálnym priemetom, ktorý zachováva dĺžky a plochy
- Snímka zobrazuje krajinu centrálnym priemetom cez jeden bod (projekčné centrum), dĺžky a plochy sú deformované.
- V dôsledku rozdielov v nadmorských výškach terénu je rôzny pomer medzi skutočnou a snímkovou dĺžkou (mierka snímky).
- Dochádza k radiálnym posunom ( $\Delta r$ ) oproti skutočnej polohe bodu na mape (viď nasl. slajd)
- LMS preto nemožno použiť pre meranie a lokalizáciu objektov tak, ako mapu.
- LMS je potrebné ortorektifikovať



## Vplyv reliéfu na posun obrazu LMS

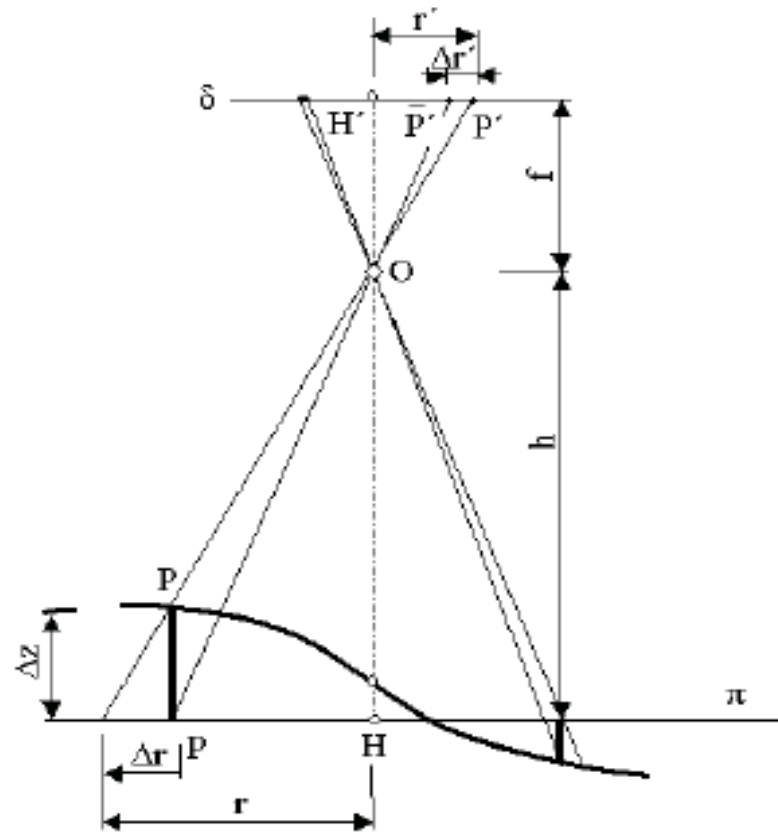


$$\frac{\Delta r}{\Delta z} = \frac{r}{h} = \frac{r'}{f}$$

$$\Delta r = \frac{r'}{f} \Delta z$$

$$\frac{\Delta r'}{\Delta r} = \frac{f}{h}$$

$$\Delta r' = \Delta z \frac{r'}{h}$$



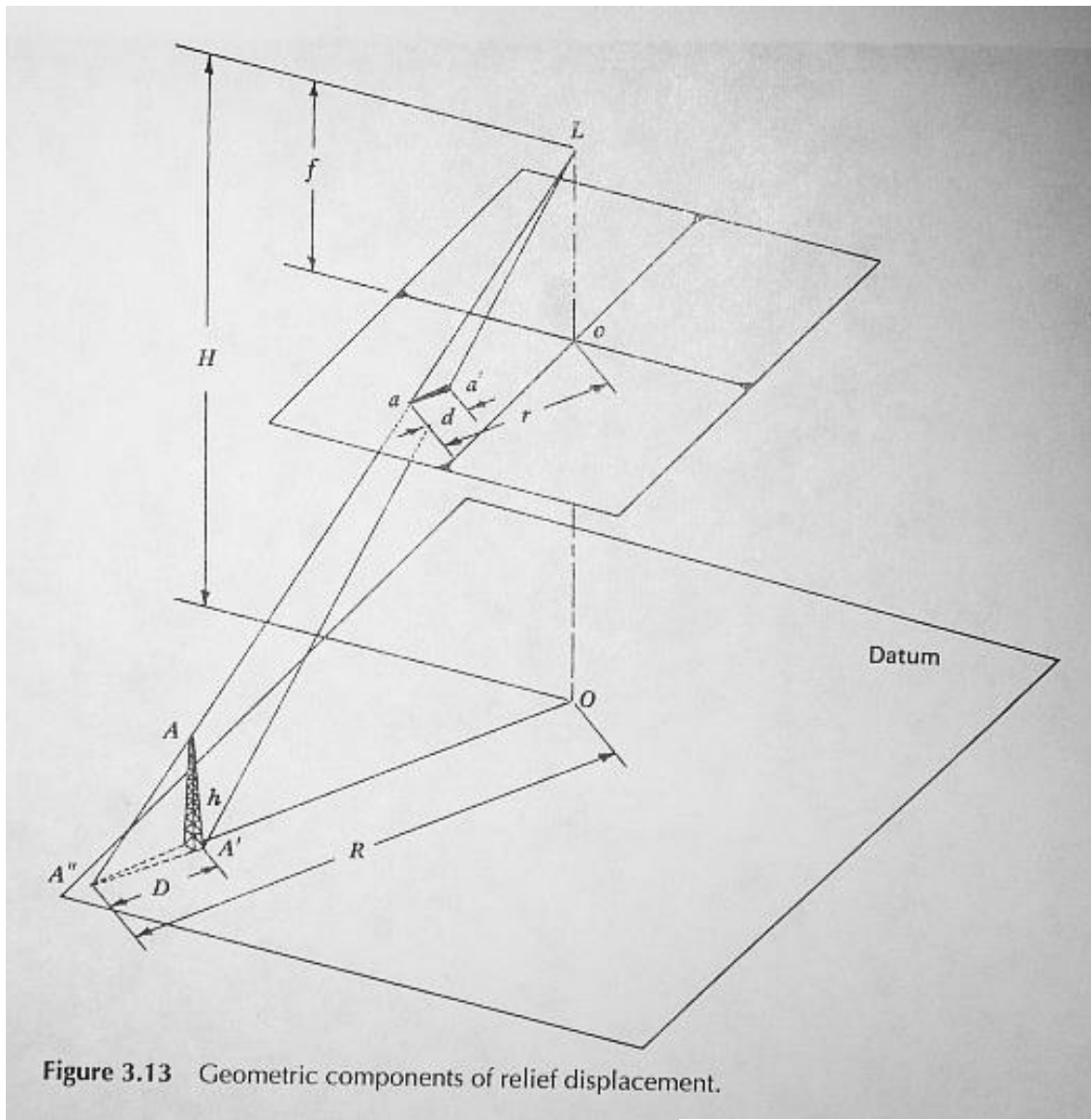


Figure 3.13 Geometric components of relief displacement.

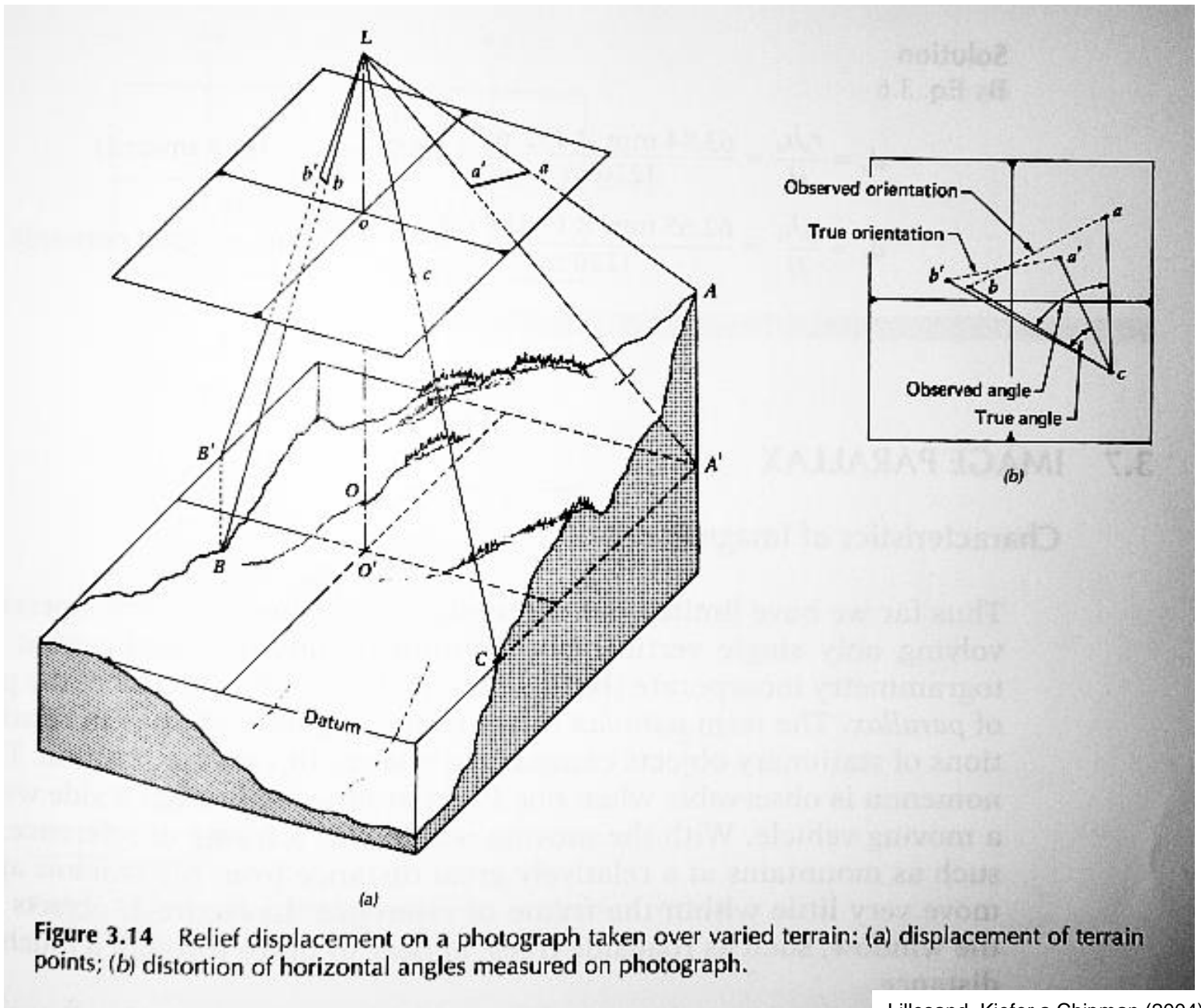
$$d / h = r / H$$

$$h = d \cdot H / r$$

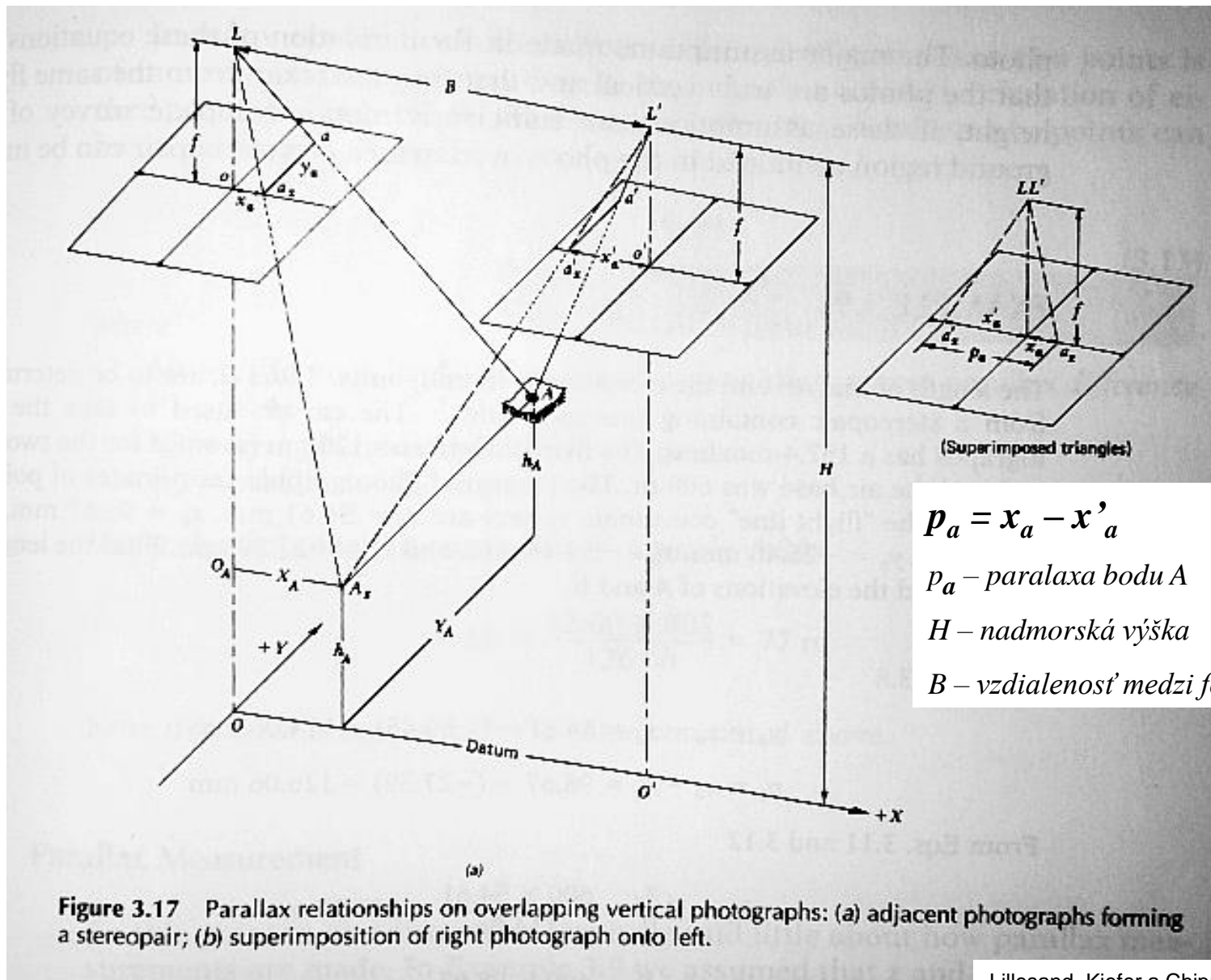
$H$  – výška letu nad základňou objektu

$r$  – radiálna vzdialenosť na snímke

$h$  – výška objektu

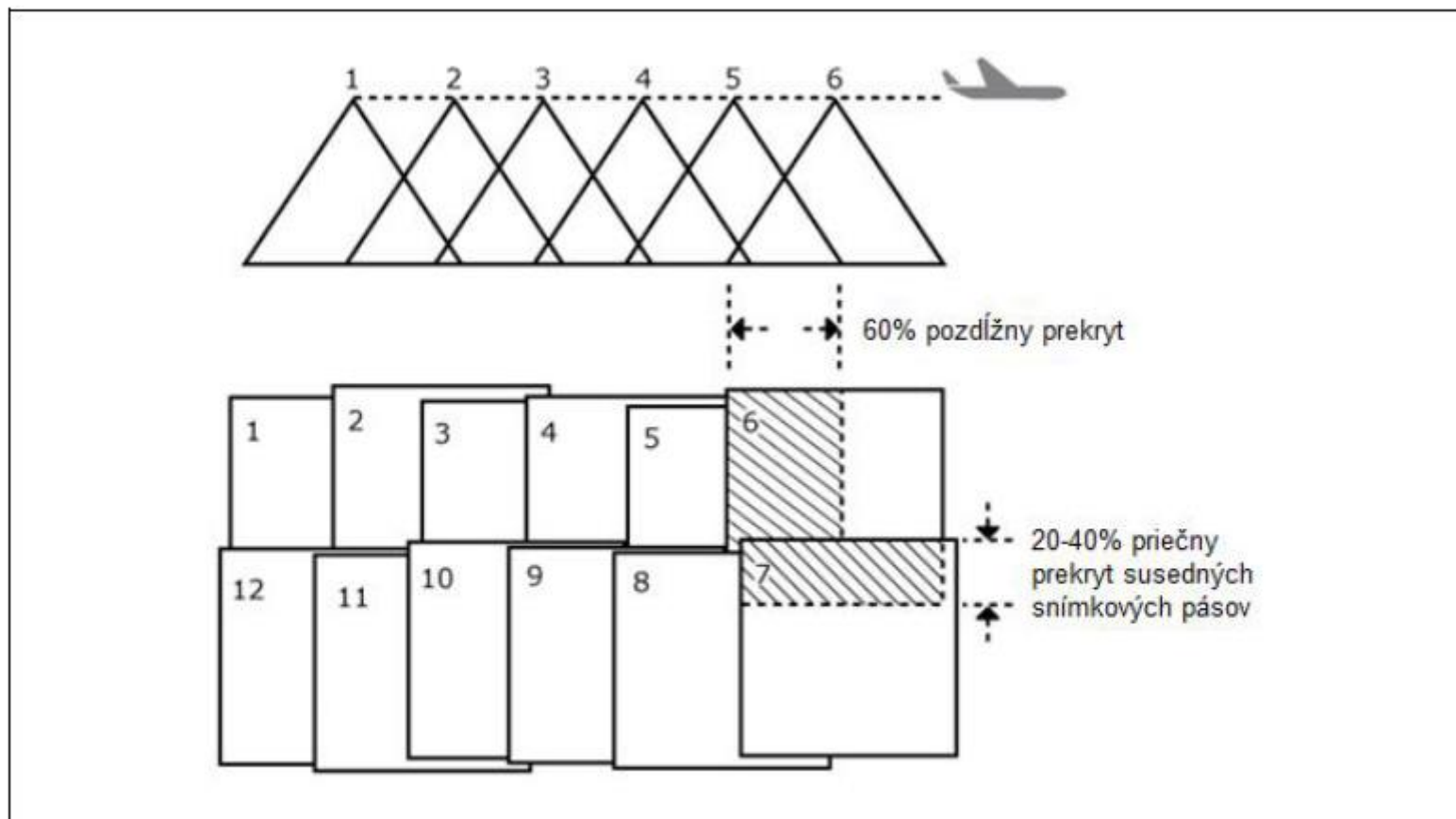


**Figure 3.14** Relief displacement on a photograph taken over varied terrain: (a) displacement of terrain points; (b) distortion of horizontal angles measured on photograph.



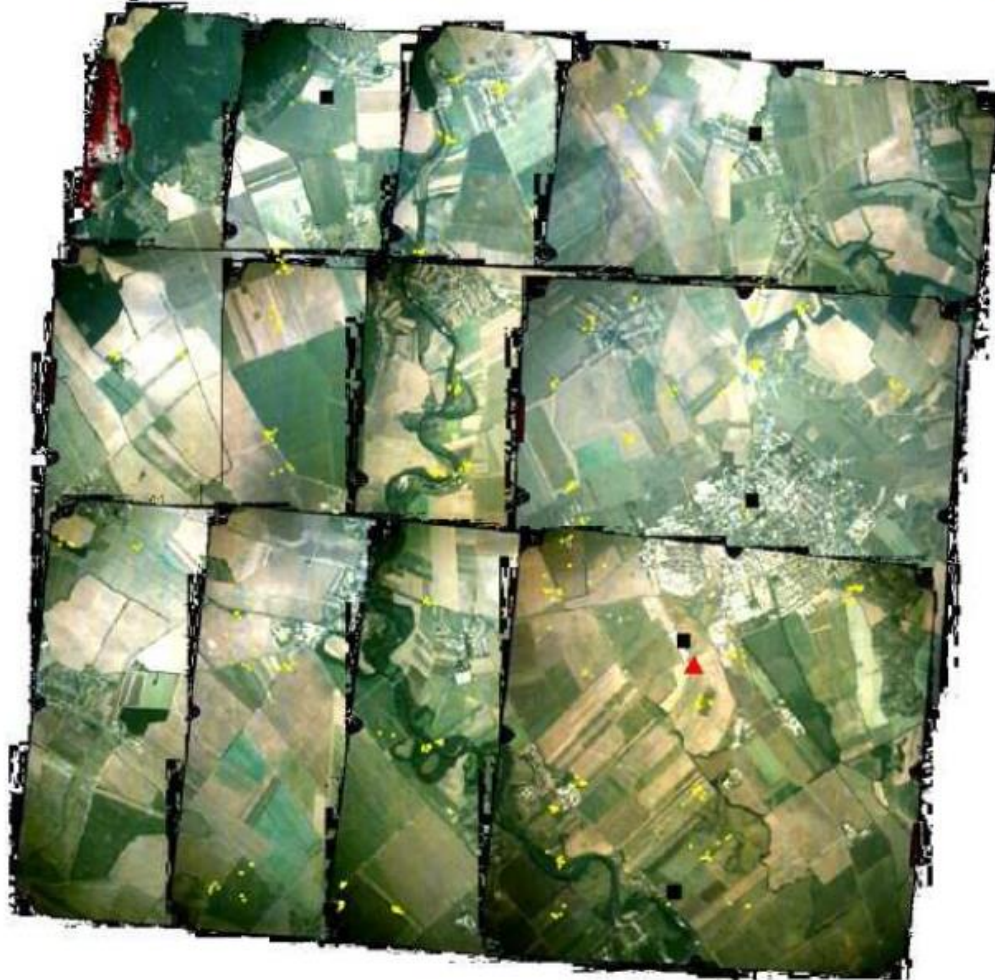
# Letecké snímkovanie

- plošné pokrytie mapového územia
- leteckými meračskými snímkami
- **pozdĺžny prekryt**  $p = 60 \%$ 
  - stereoskopický prekryt dvoch susedných LMS
- prvá a tretia snímka cca 10 % - trojnásobný prekryt
- dôležitý parameter pre spájanie snímok do bloku
- **priečny prekryt**  $q = 25$  až  $30 \%$



Obr. 8.12: Mozaika prekrývajúcich sa leteckých snímok s poradím vyhotovenia počas letu.

# Aplikácia DAAT – lokalita Levice



21 vláčovacích bodov, 12  
LMS, 1:27 000,  $\sigma_0=0,49$   
pixela = 7,47  $\mu\text{m}$

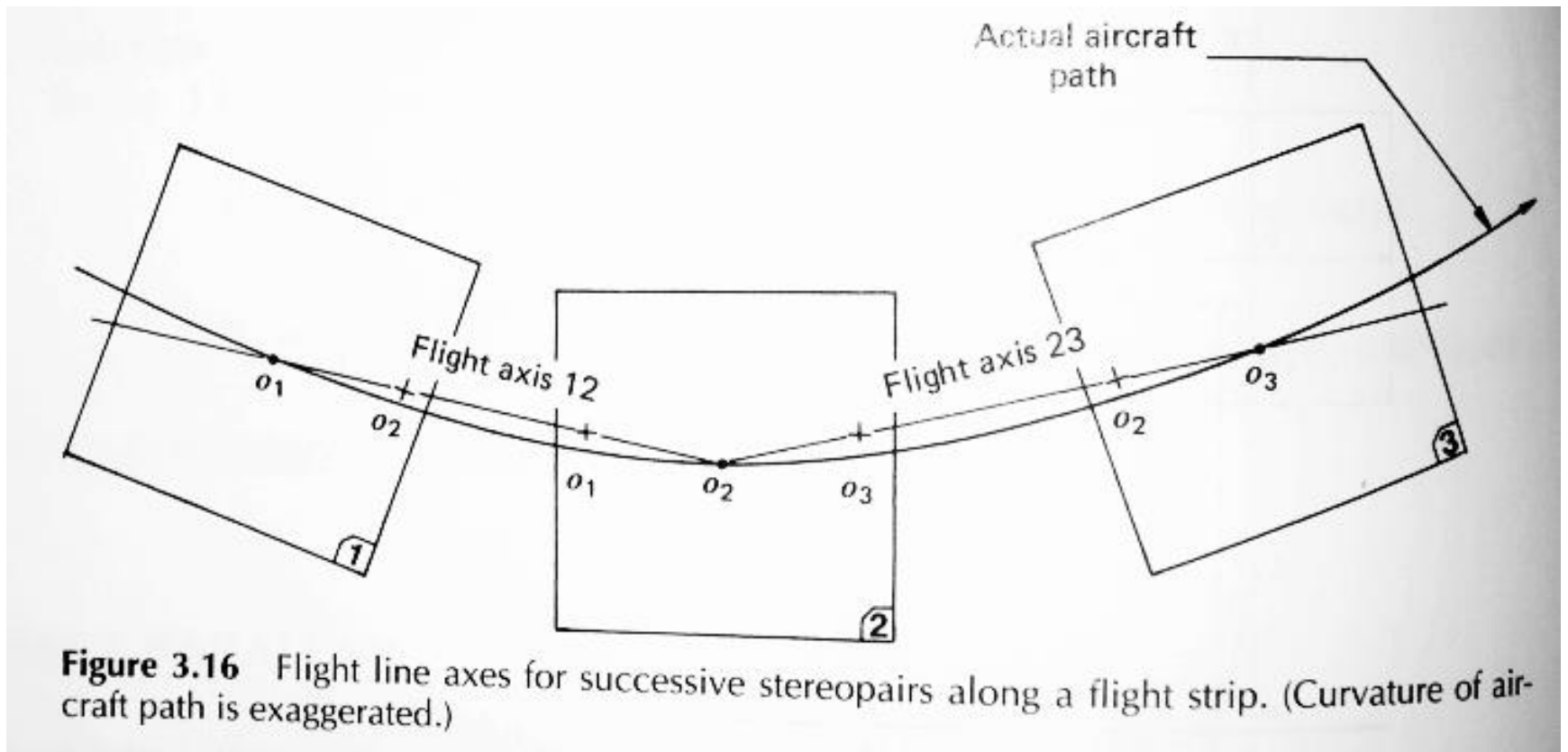
Odchýlky na vláčovacích  
bodoch:

- $m_x = 0,25 \text{ m}$
- $m_y = 0,22 \text{ m}$
- $m_z = 0,12 \text{ m}$



# Proces mozaikovania





# Odstránenie vplyvov centrálnej projekcie na obrazový fotogrametrický záznam

- V oblasti vzájomného prekrytu LMS možno rekonštruovať povrch objektov (zväčša terénu),
- teda určiť nadmorskú výšku na povrchu
- Potom možno odstrániť efekt obrazovej pralaxy, ktorá vzniká
- v dôsledku centrálnej projekcie a rozdielov nadmorských výšok v území zachytenom v oblasti prekrytu.
- Tvorba DMR a ortofotosnímkov

# Odstránenie vplyvov centrálnej projekcie na obrazový fotogrametrický záznam

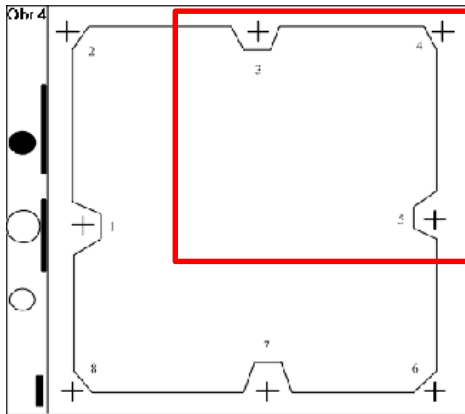
## Vyžaduje riešenie nasledovných úloh

- Vnútoraná orientácia MS
- Vzájomná orientácia MS
- Vonkajšia orientácia MS (georeferencovanie)
- Tvorba modelu terénu (DMR)
- Ortorektifikácia LMS

# Odstránenie vplyvov centrálnej projekcie na obrazový fotogrametrický záznam

Vyžaduje riešenie nasledovných úloh

- **Vnútrotná orientácia MS**
  - Orientácia snímky vzhľadom na súradnicový systém obrazu



# Kalibračný protokol kamery

CALIBRATION No. AF/15-4-UAG-S-13205 / 12

DATE OF CALIBRATION: 16.12.03

LENS TYPE : UNIVERSAL AVIOGON-S

Serial No : 15-4-UAG-S-13205

FILTER TYPE : None Fitted

Serial No : -

ORIGIN OF MEASUREMENTS o: The point of Symmetry

SIGN CONVENTION : Distortion is positive if away from origin

CALIBRATED AT A TEMPERATURE OF 20°C

BACK OF CAMERA

CALIBRATION PERFORMED BY : I PARKINSON

## MEASUREMENTS

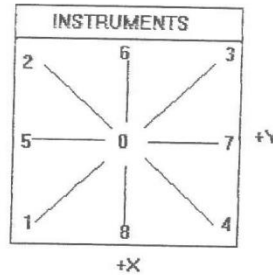
CALIBRATED PRINCIPAL DISTANCE : 153.653 mm

COORDINATES OF POINT OF SYMMETRY

x = -0.003                      y = -0.010

COORDINATES OF PRINCIPAL POINT OF AUTOCOLLIMATION

x = -0.008                      y = 0.001



## RADIAL DISTORTION IN MILLIMETRES :

Radius (mm)	20	40	60	80	100	120	140
Semi diagonal (1)	0.002	0.003	0.002	0.003	0.003	0.002	-0.004
Semi diagonal (2)	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	-0.003	-0.003
Semi diagonal (3)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	-0.001
Semi diagonal (4)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	-0.002	-0.005
Mean	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	-0.001	-0.004

BEFORE CALIBRATION THE OPTICAL UNIT WAS CHECKED AND FOUND TO BE IN A SERVICEABLE CONDITION.

EVERY PAGE BEARS THIS SIGNATURE

  
Simmons  Aerofilms



# Výsledok vnútornej orientácie snímok = **blok snímok**

- Prekryt susedných pásov: 20-30%
- Priechny prekryt medzi súslednými snímkami: 60-70%

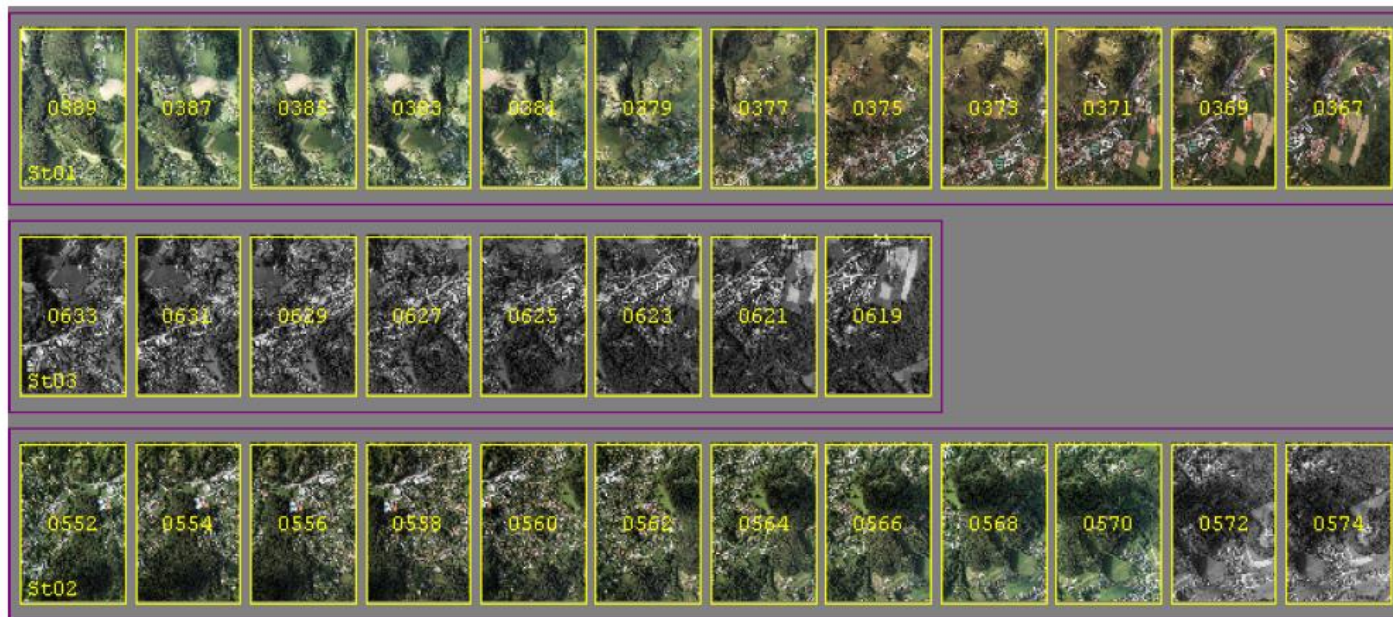
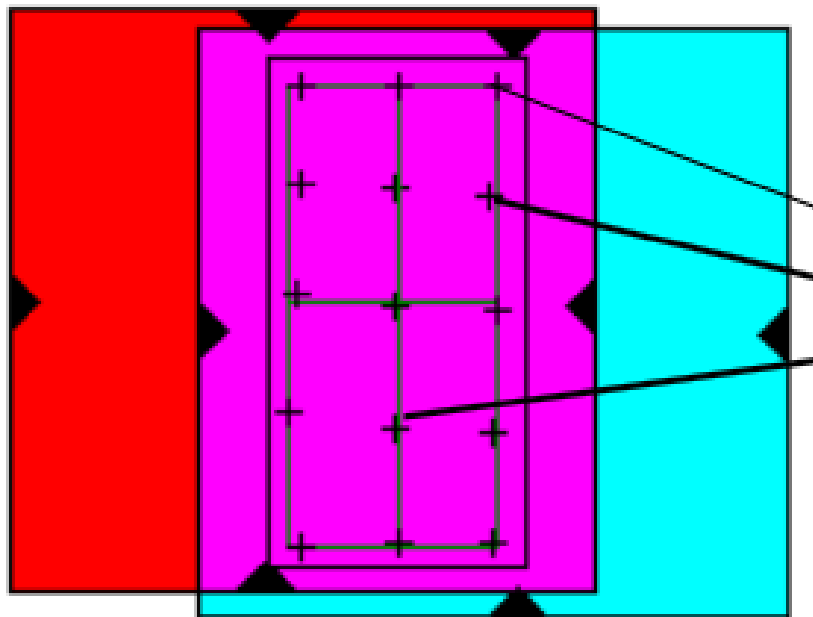


Fig 2: representing the order of overlapping images

# Vzájomná (relatívna) orientácia snímok

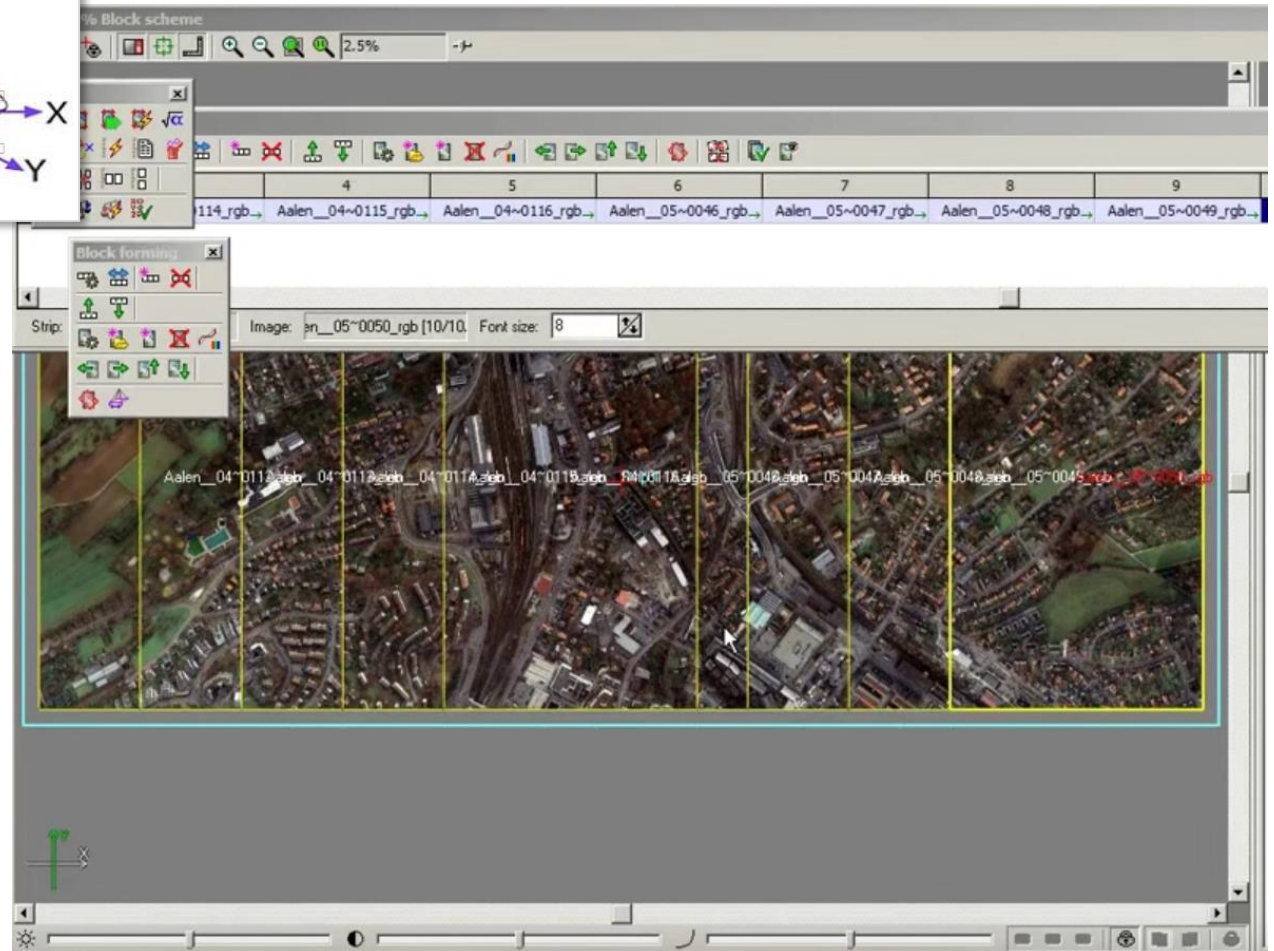
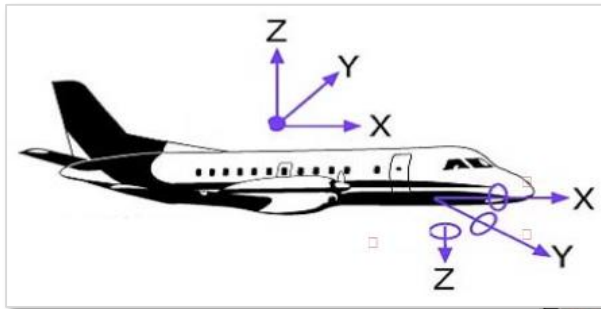
- Pomocou vlicovacích bodov (ground control points, tie points), ktoré sú identifikované manuálne alebo automaticky



Put orientation tie points on common features in the corners, edges and center lines of the stereo overlap area.



# Vonkajšia orientácia podľa údajov o $x, y, z$ , $\omega, \phi$ , $\kappa$ z IMU/GNSS jednotky v kamere



# Vonkajšia orientácia podľa údajov o **x,y,z**, **omega,phi**, **kappa** z **IMU/GNSS** jednotky v kamere

DMC\_welmar - PHOTOGRID

Project Block Orientation Vectors Grid TIN DEM Edit Service Window Help Exit

Step 1 of 2: File

File name: [W:\PROJECT23\Training\PH\_projects\DMC\_data\Data\full\_name\_eo.txt]

Loose matching of image names in file against names in project.

PAT-B matrix  
 Negative

CSV (projection centers, Omega/Phi/Kappa angles and GPS time)

CSV (navigation data: latitude/longitude/altitude WGS 84, heading/pitch/roll angles and time)

CSV (navigation data: projection centers in working c.s., heading/pitch/roll angles and time)

Line template: Name,X,Y,Z,Omega,Phi,Kappa

Start import from line: 2

Preview maximum: 10 lines

Automatically validate template

Field separators:  
 Comma  Tab  
 Space  Semicolon  
 Other: \_\_\_\_\_

Decimal separator:  
 Point only  
 Point or comma

Available fields:  
Name  
X  
Y  
Z  
Omega  
Phi  
Kappa  
T

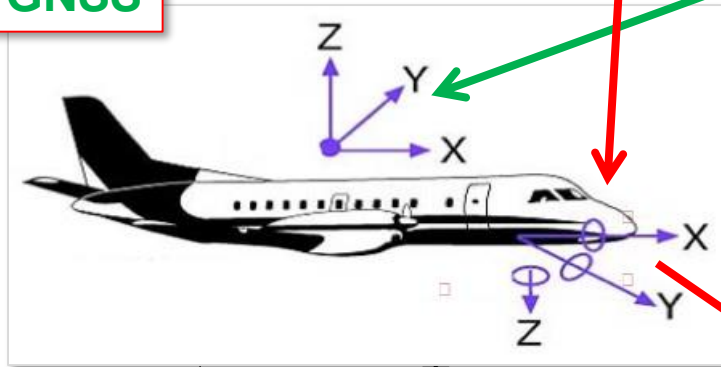
Preview file: [W:\PROJECT23\Training\PH\_projects\DMC\_data\Data\full\_name\_eo.txt]

	Name
2	Aalen_05-0046_rgb,580341.088202,5409953.057953,1180.639719,-0.408848000000,-0.371928000000,-0.5664
3	Aalen_05-0047_rgb,580556.219553,5409951.087293,1181.077299,-0.412921000000,-0.397290000000,0.93581
4	Aalen_05-0048_rgb,580771.187599,5409950.142648,1182.034654,-0.607340000000,-0.474679000000,1.0026
5	Aalen_05-0049_rgb,580986.147869,5409949.928138,1183.186880,-0.605611000000,-0.358733000000,1.1213
6	Aalen_05-0050_rgb,581200.982782,5409950.506734,1184.173143,-0.633116000000,-0.214965000000,1.3750
7	Aalen_04-0112_rgb,581187.083583,5410593.881962,1191.366748,0.211942000000,0.346830000000,178.2210
8	Aalen_04-0113_rgb,580972.230952,5410595.843099,1192.320933,0.765833000000,0.181568000000,178.2762
9	Aalen_04-0114_rgb,580756.982606,5410596.957289,1193.208031,0.771842000000,0.069773000000,178.3925
10	Aalen_04-0115_rgb,580541.789948,5410596.213802,1192.938887,0.909945000000,0.081856000000,179.3935
11	Aalen_04-0116_rgb,580327.160126,5410592.769027,1193.179326,1.001116000000,0.025304000000,-179.7732

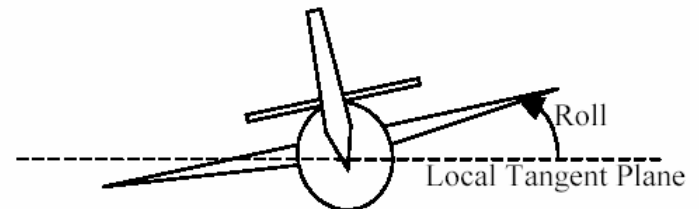
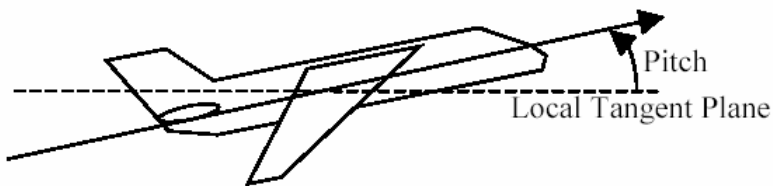
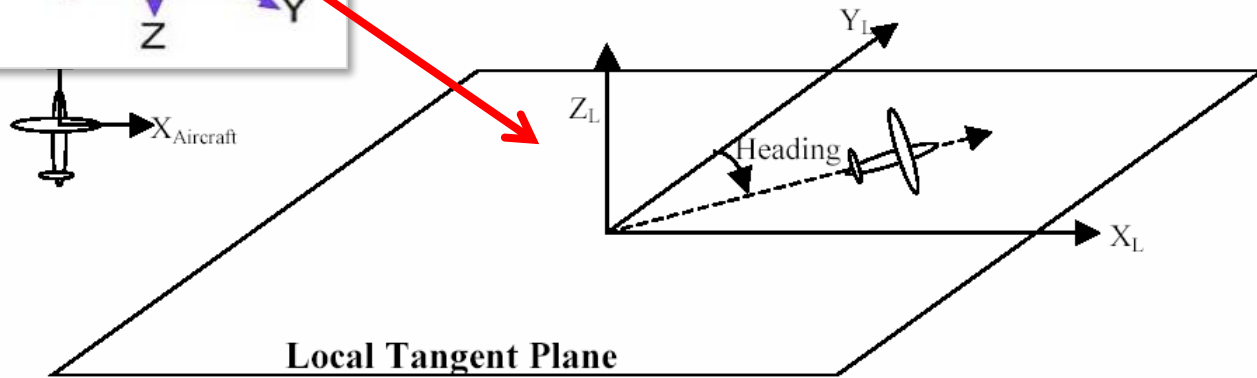
Drag a field name from the list of available fields on a grid column to assign column type.  
Double-click on grid column to cancel assignment.

# Vonkajšia orientácia podľa údajov o $x,y,z$ , $\omega$ , $\phi$ , $\kappa$ z IMU/GNSS jednotky v kamere

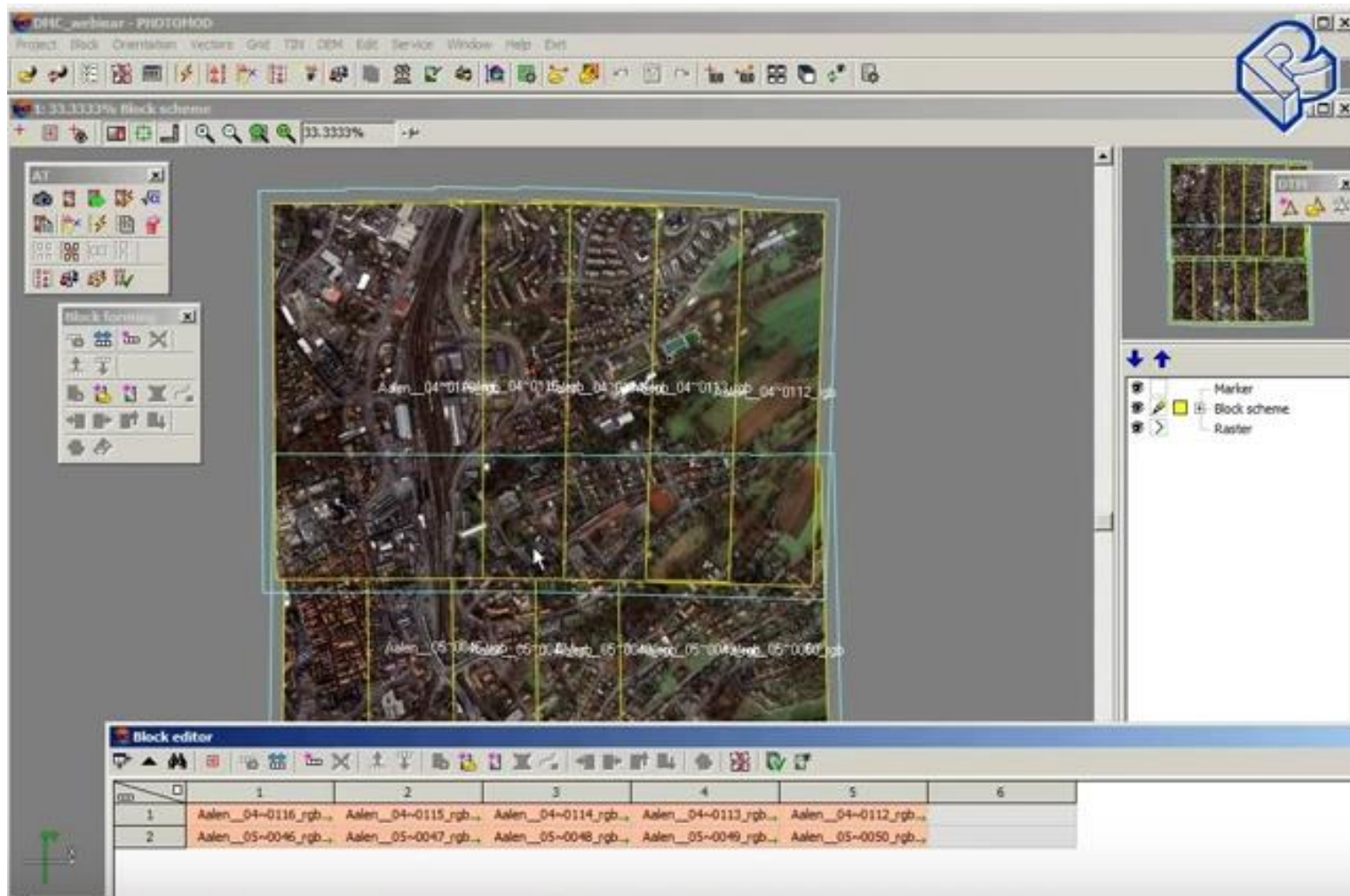
GNSS



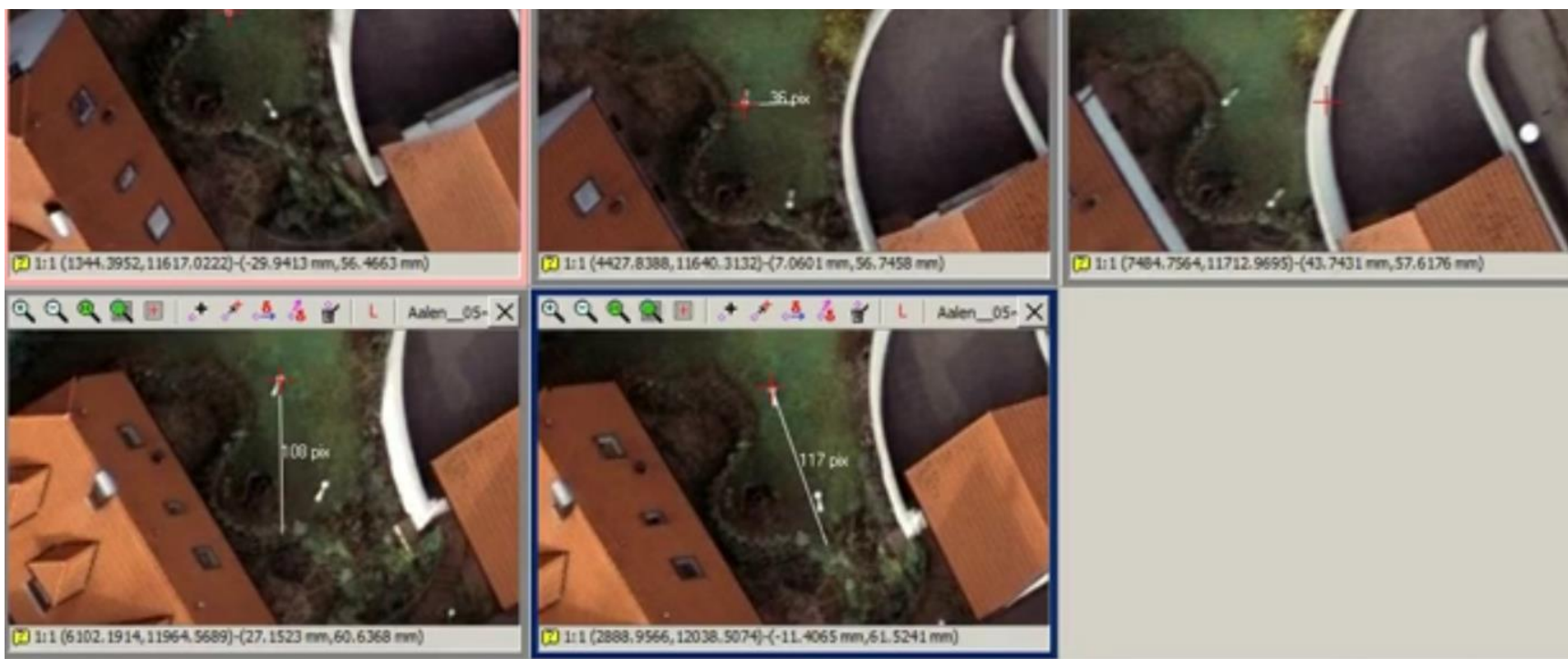
Inertial measurement unit



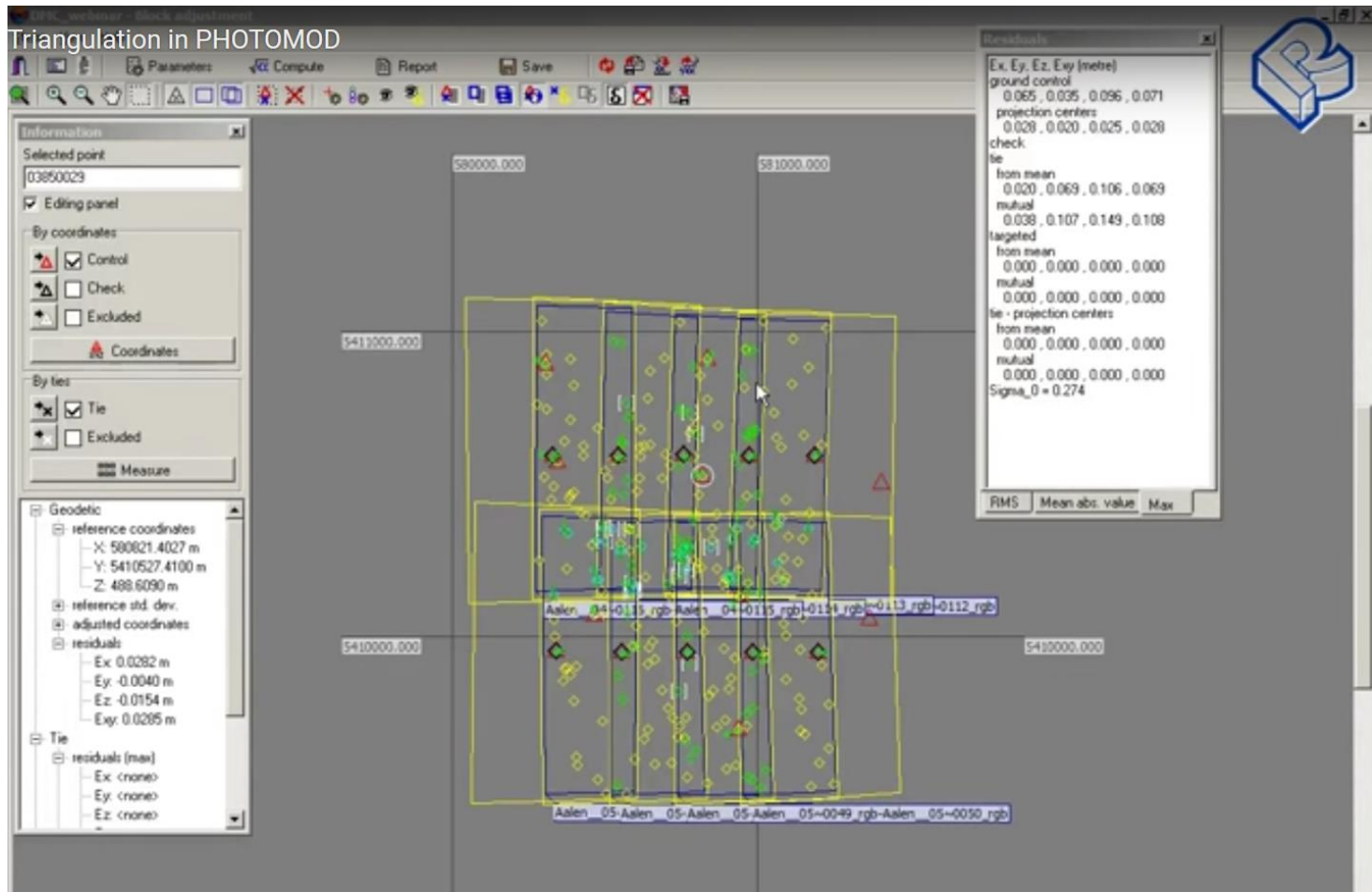
Po vonkajšej orientácii snímok vznikne blok (expozičné centrá fotokamery sú správne zorietnované v kartografickom súradnicovom systéme )



# Nasleduje vyhledanie vlicovacích bodov pre aetrotrianguláciu



# Po aerotriangulácii – sieť identických (vlicovacích) bodov

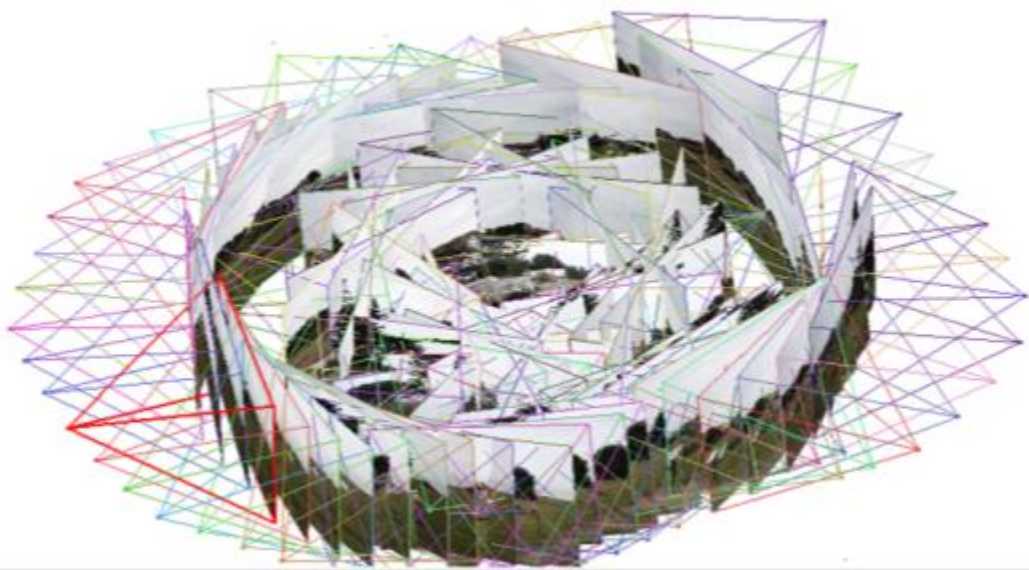
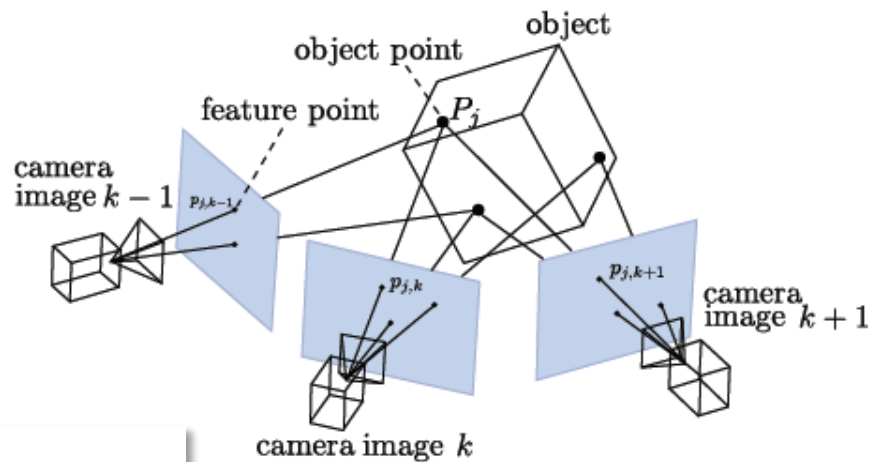


# Technológie pre mapovanie krajinných rozhraní: **blízka** fotogrametria

Pasívna metóda DPZ

**Blízka automatická digitálna  
fotogrametria**

Structure from motion (SfM)

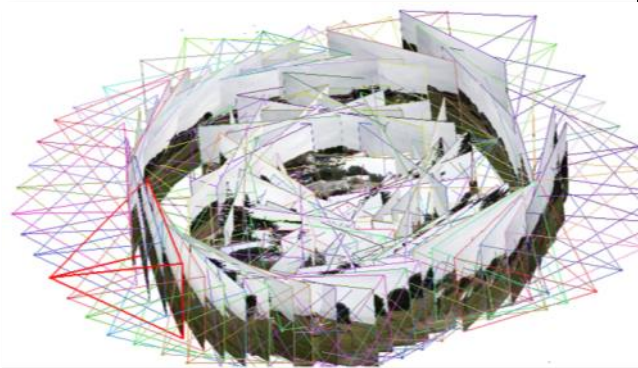
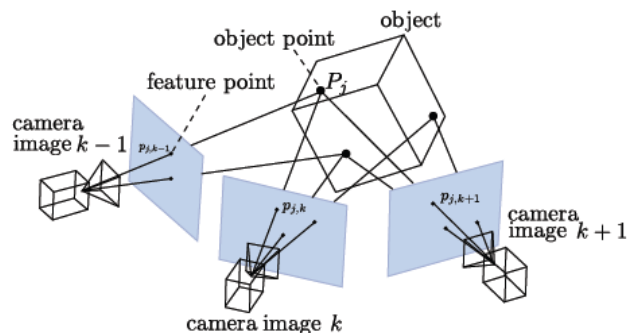


# Technológie pre mapovanie krajinných rozhraní: **blízka** fotogrametria

## Pasívna metóda DPZ

### Blízka automatická digitálna fotogrametria

Structure from motion (SfM)

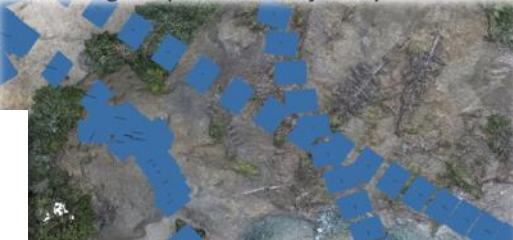


Brehová erózia tatranskej rieky Belá  
Fotogrametrické mapovanie  
drónom DJI Phantom 2, GoPro kamera

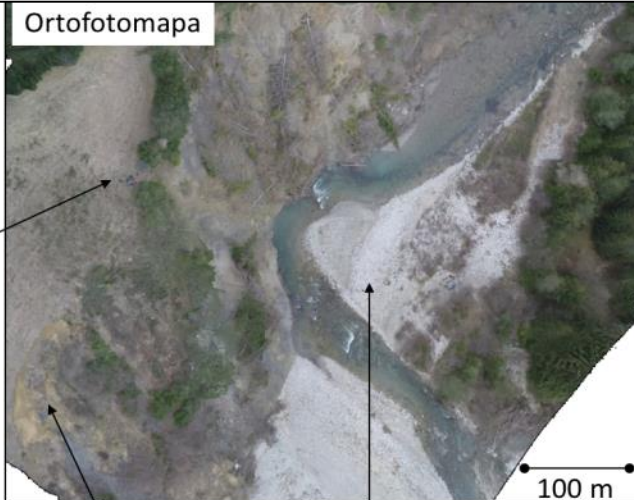


Dr. Kaňuk, Dr. Lehotský a spol.

Sled fotografií pozdĺž letovej dráhy



Tvorba 3D modelu metódou  
Structure from motion (SfM)

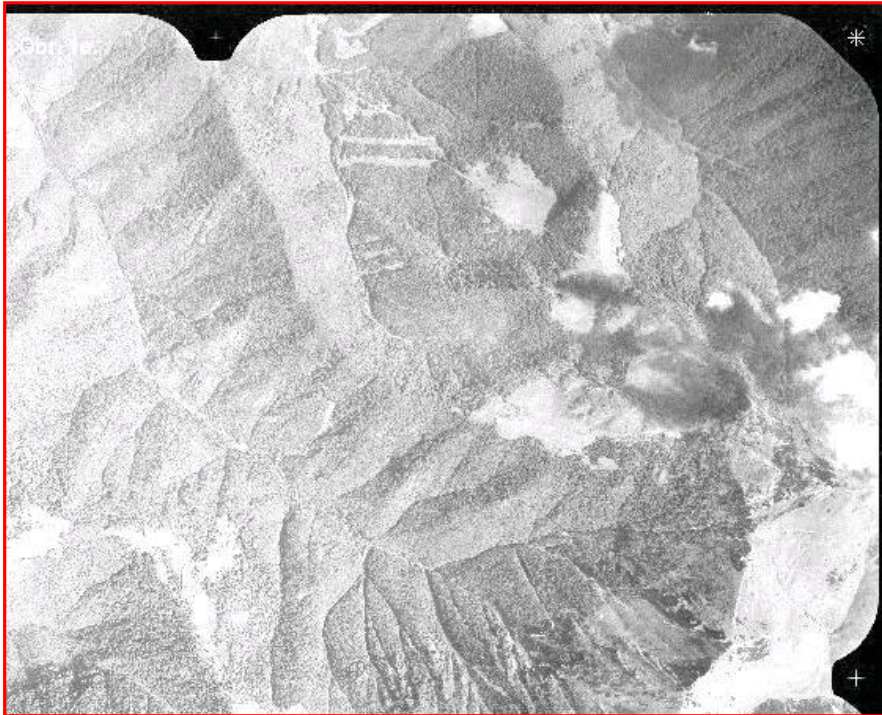


37 miliónov  
3D bodov

- Fotogrametria umožňuje mapovať iba povrch krajinej pokrývky v podobe mračna bodov (x, y, z).

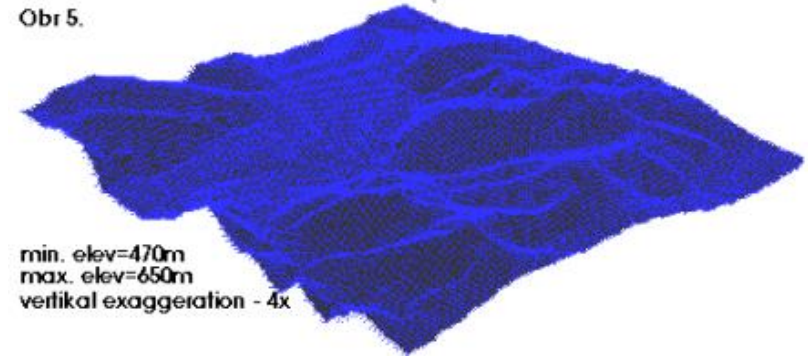


# LMS



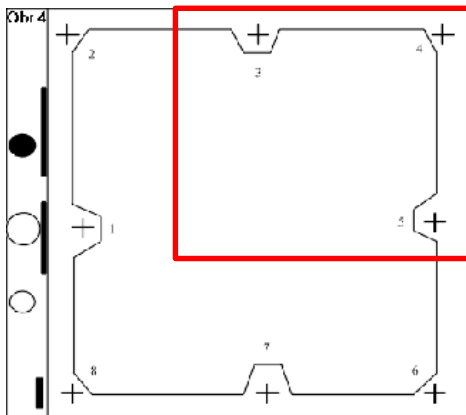
# Digitálny model reliéfu

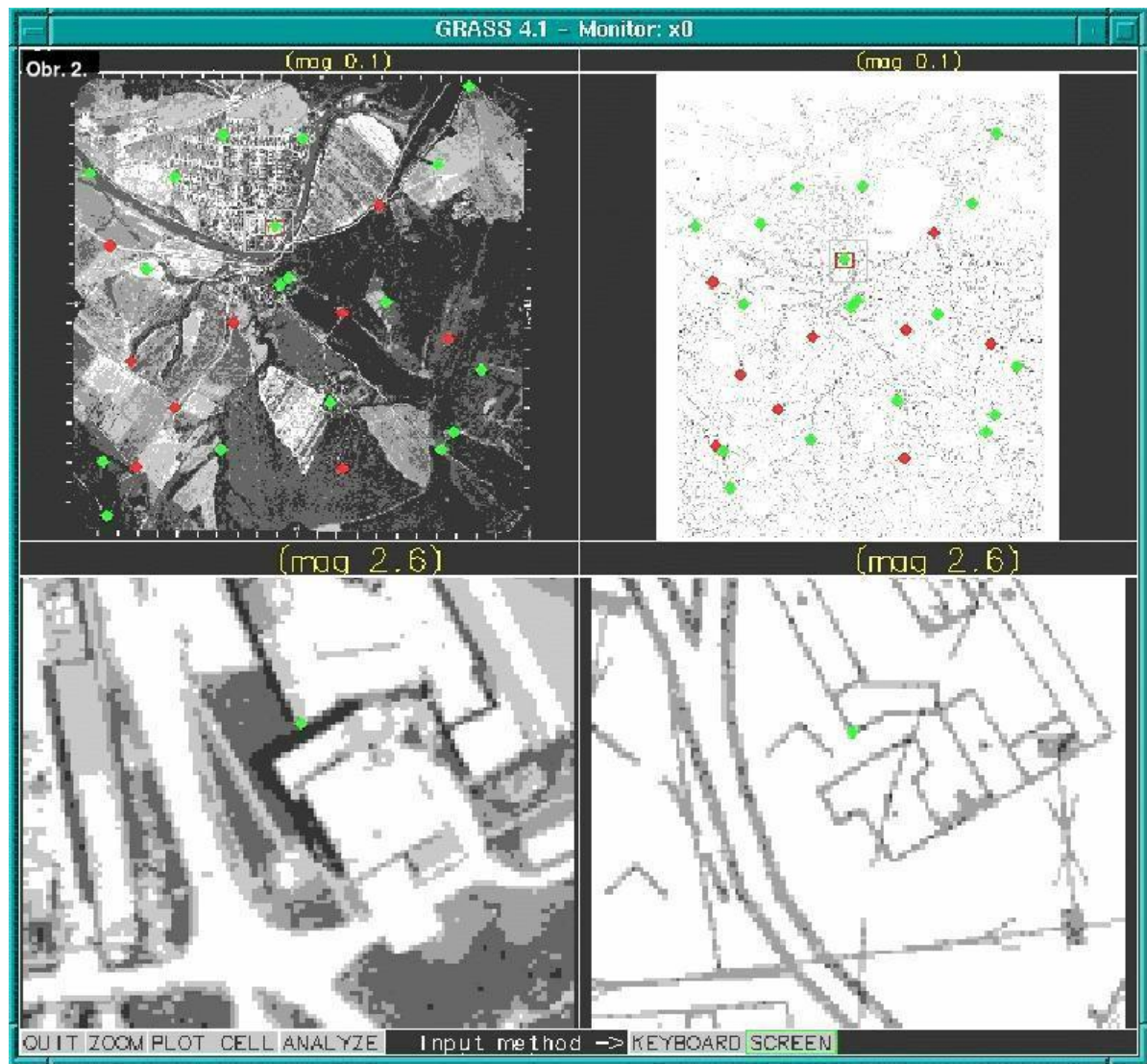
Obr 5.



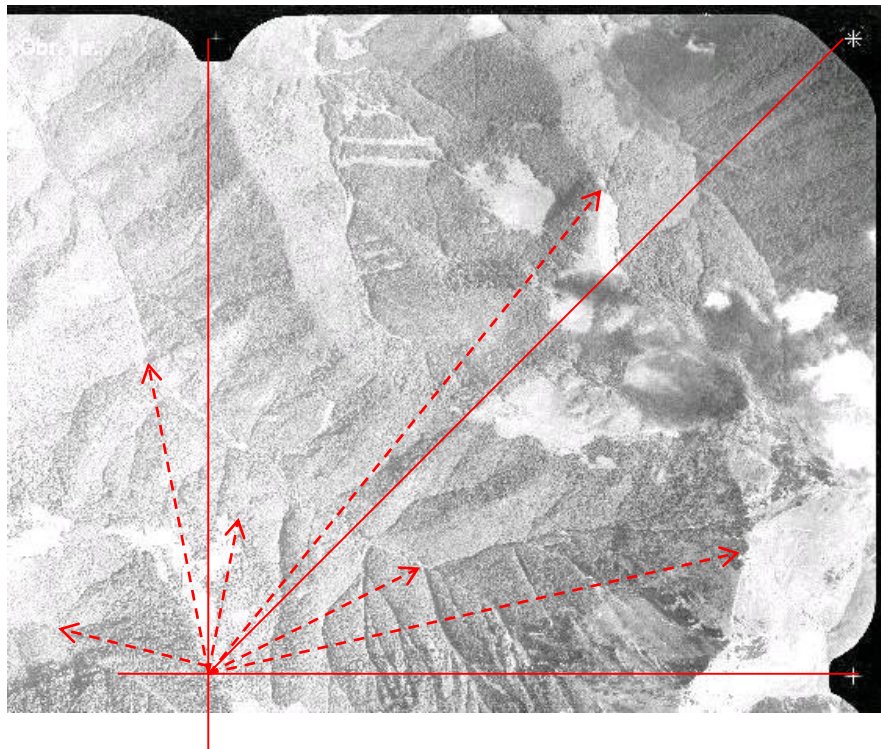
min. elev=470m  
max. elev=650m  
vertikal exaggeration - 4x

Bonk, R. 2002: <http://www.root.cz/clanky/geograficky-informacny-system-grass-6/>

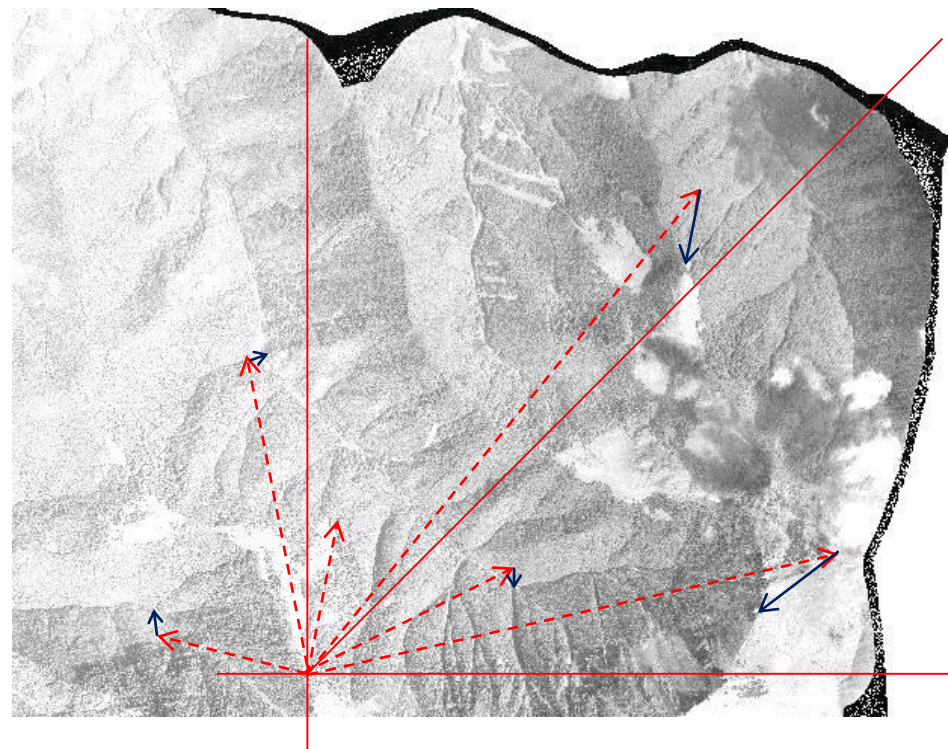


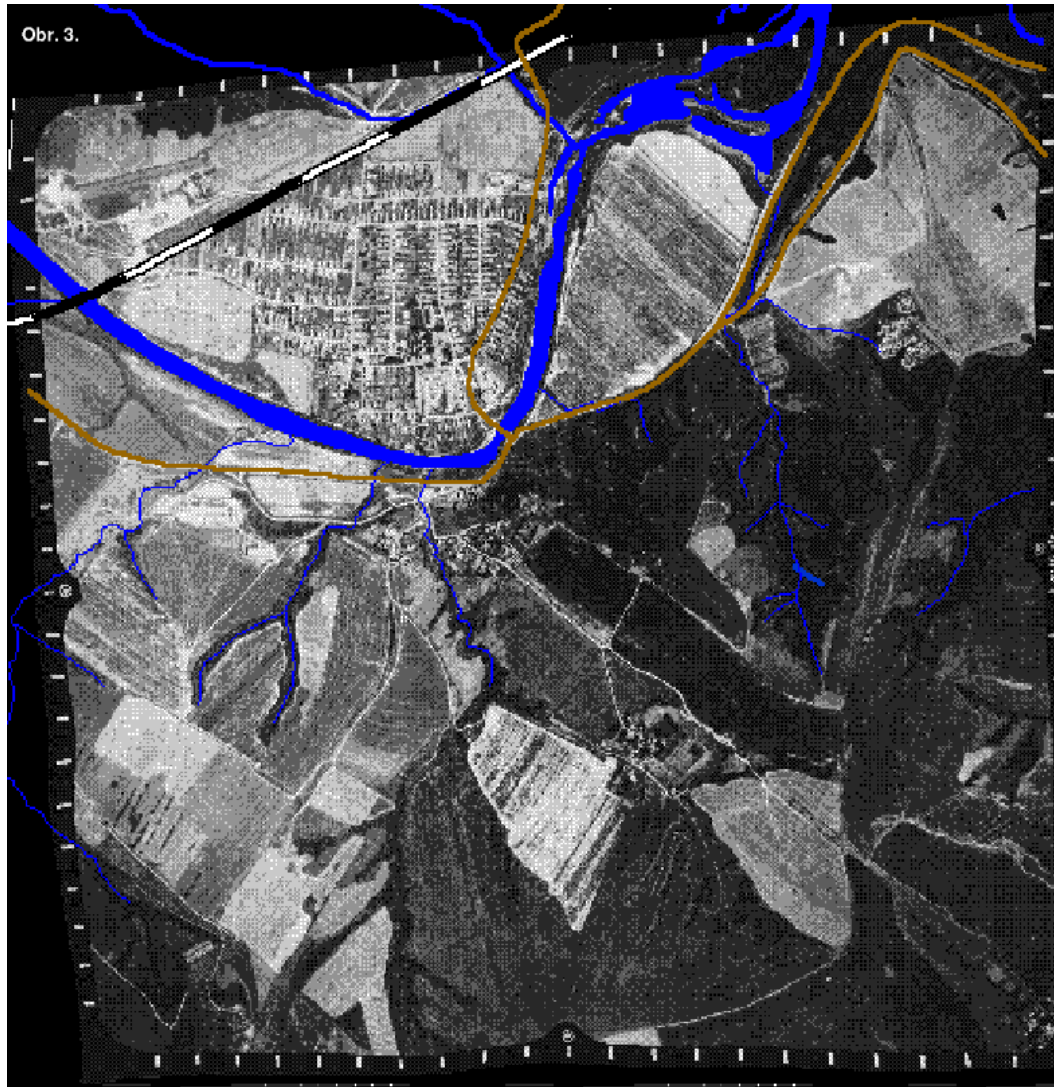


Pred ortorektifikáciou

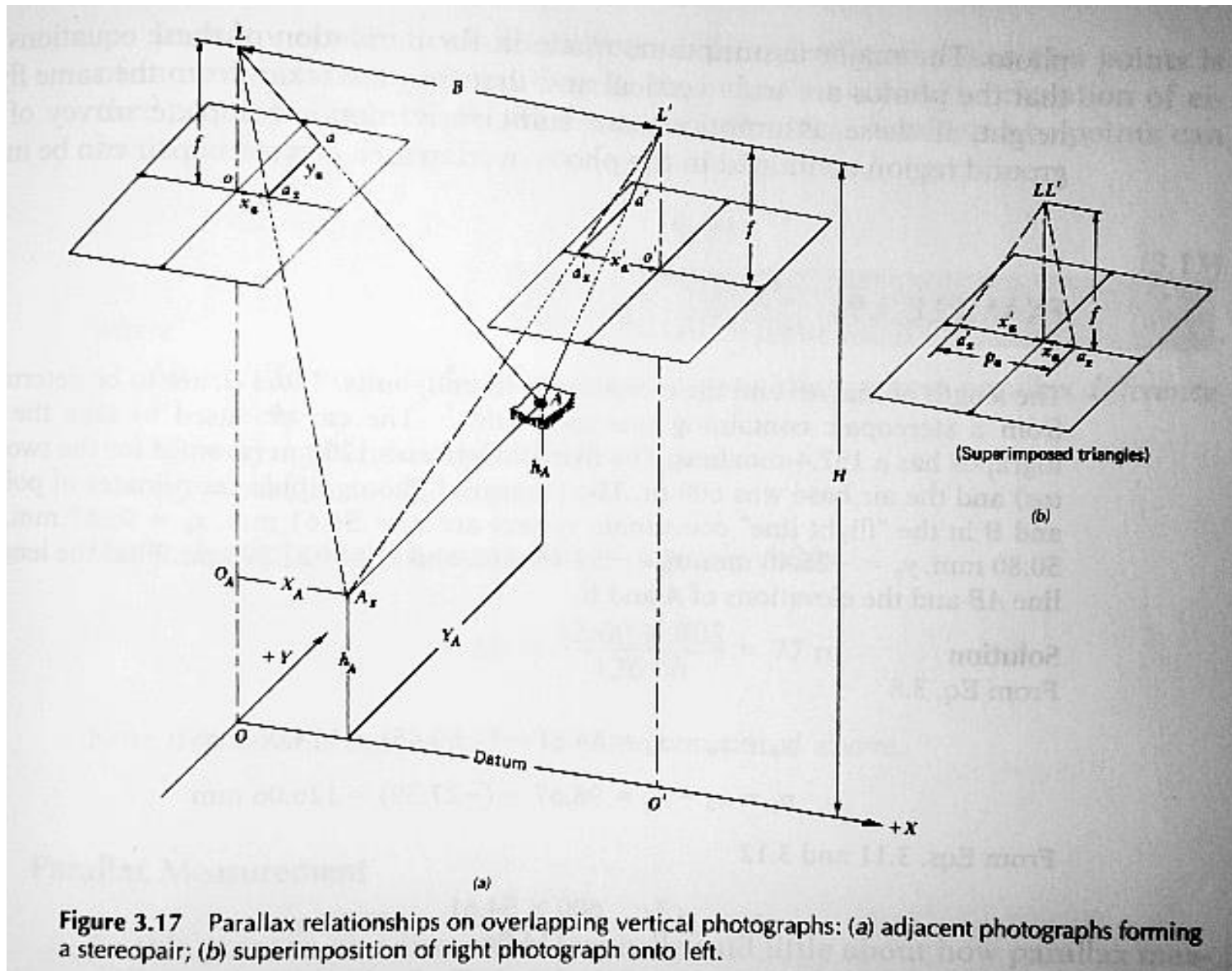


Po ortorektifikácii (ortofotosnímka)

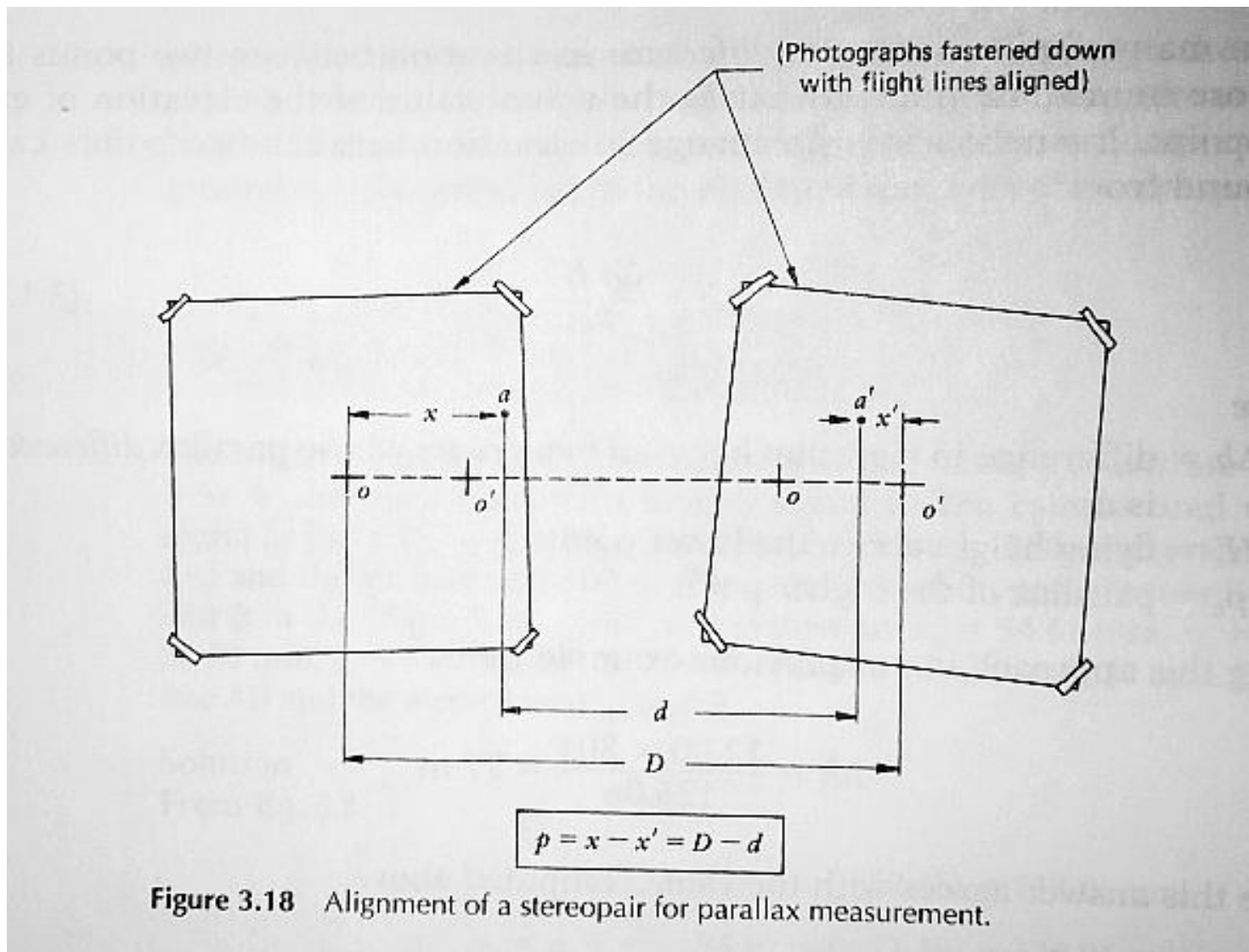




Bonk, R. 2002: <http://www.root.cz/clanky/geograficky-informacny-system-grass-6/>



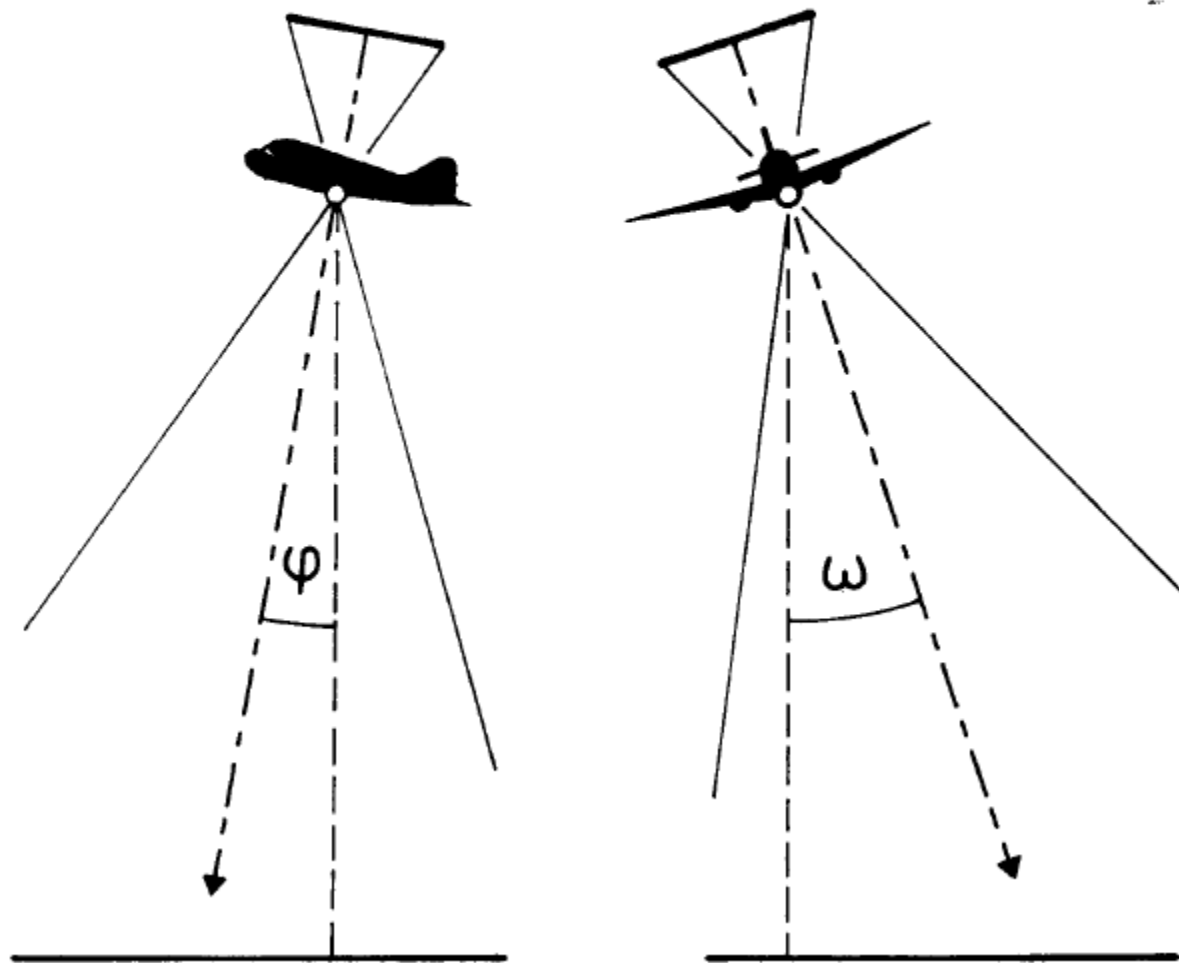
**Figure 3.17** Parallax relationships on overlapping vertical photographs: (a) adjacent photographs forming a stereopair; (b) superimposition of right photograph onto left.



**Figure 3.18** Alignment of a stereopair for parallax measurement.

# Rotácie snímky v priestore

2-1.



Uhly

- stočenie snímky  $\phi$
- sklon snímky  $\omega$
- pootočenie snímky  $\kappa$

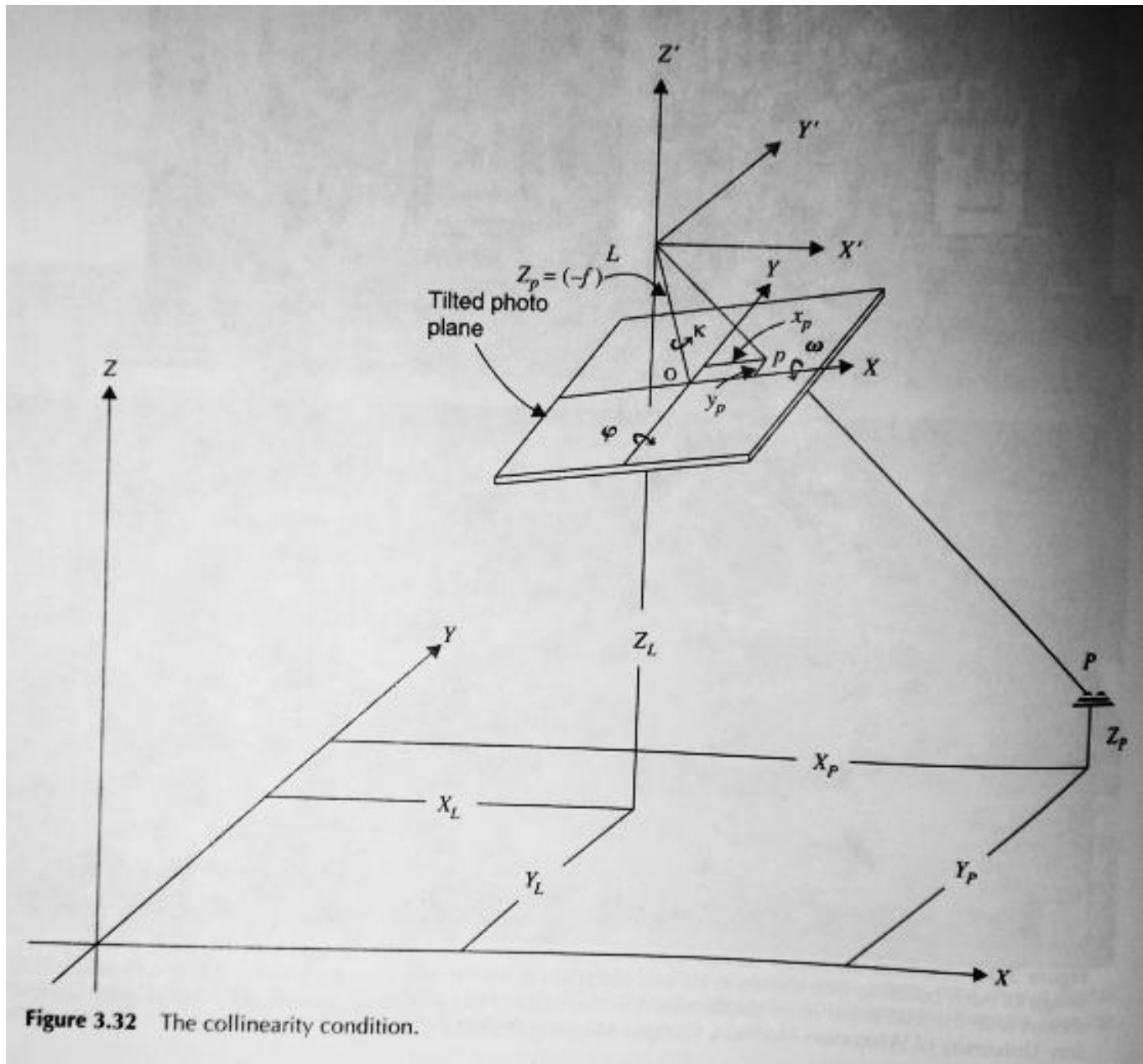


Figure 3.32 The collinearity condition.



The equations that express the collinearity condition are the *collinearity equations*. They describe the relationships among image coordinates, ground coordinates, the exposure station position, and angular orientation of a photograph as follows:

$$x_p = -f \left[ \frac{m_{11}(X_p - X_L) + m_{12}(Y_p - Y_L) + m_{13}(Z_p - Z_L)}{m_{31}(X_p - X_L) + m_{32}(Y_p - Y_L) + m_{33}(Z_p - Z_L)} \right] \quad (3.14)$$

$$y_p = -f \left[ \frac{m_{21}(X_p - X_L) + m_{22}(Y_p - Y_L) + m_{23}(Z_p - Z_L)}{m_{31}(X_p - X_L) + m_{32}(Y_p - Y_L) + m_{33}(Z_p - Z_L)} \right] \quad (3.15)$$

where





$x_p, y_p$  = image coordinates of any point  $p$


$f$  = focal length

$X_p, Y_p, Z_p$  = ground coordinates of point  $P$

$X_L, Y_L, Z_L$  = ground coordinates of exposure station  $L$

$m_{11}, \dots, m_{33}$  = coefficients of a  $3 \times 3$  rotation matrix defined by the angles  $\omega$ ,  $\phi$ , and  $\kappa$  that transforms the ground coordinate system to the image coordinate system

Language:    





# SATellite IMAGING CORPORATION

[ABOUT](#)   [APPLICATIONS](#)   [BLOG](#)   [CONTACT](#)   [GALLERY](#)   [NEWS](#)   [SENSORS](#)   [SERVICES](#)   [SITE MAP](#)

---

[Home](#) » [Satellite Imaging Services](#) » Orthorectification

Satellite Imaging Corporation is the official Value Added Reseller (VAR) of imaging and geospatial data products for:

**Learn More**

It's easy to learn more about our services and get in touch with us.

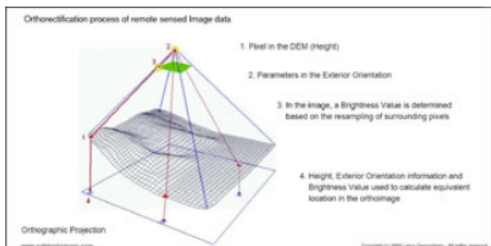
- » [Contact Us](#)
- » [Other Services](#)
- » [Pricing](#)

### ORTHORECTIFICATION

Digital **satellite images** and **aerial photographs** play an important role in general mapping, as well as **GIS** data acquisition and visualization. First, they help provide a solid visual effect. Many people are more able to put **spatial** concepts into perspective when they see photos. In addition, the secondary and perhaps more vital role is to provide a basis for gathering spatial information. Examples of this are features such as roads, vegetation, and water. Before this information can be gathered in a manner that is useful for a mapping or GIS system, the satellite image data or aerial photographs must be prepared in a way that removes distortion from the image. This process is called orthorectification. Without this process, you wouldn't be able to do such functions as make direct and accurate measurements of distances, angles, positions, and areas.

### WHAT IS ORTHORECTIFICATION?

The topographical variations in the surface of the earth and the tilt of the **satellite or aerial sensor** affect the distance with which features on the satellite or aerial image are displayed. The more topographically diverse the landscape, the more distortion inherent in the photograph.



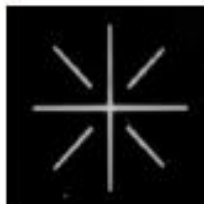
Orthorectification process of remote sensed image data

1. Pixel in the DEM (Height)
2. Parameters in the Exterior Orientation
3. In the image, a Brightness Value is determined based on the resampling of surrounding pixels
4. Height, Exterior Orientation information and Brightness Value used to calculate equivalent location in the orthoimage

Orthographic Projection  
www.satimagingcorp.com      Copyright © 2001 Leco Technology. All rights reserved.

<http://www.satimagingcorp.com/svc/orthorectification.html>

# Kamera Zeiss Jena LMK 2000



- formát – 230 x 230 mm
- $f = 152 \text{ mm}$
- $\Delta r' = -8 \text{ až } 4 \mu\text{m}$
- 8 rámových značiek



# Digitálne fotogrametrické kamery

DMC2001 (Z / I Imaging)



UltracamD  
(Vexcel)

