Absencia vstupných údajov pri spracovaní archívnych snímok

Ing. Petra Nociarová

Katedra hospodárskej úpravy lesa a geodézie, Lesnícka fakulta, Ul. T.G. Masaryka 2117/24, 960 53, Zvolen, Slovensko, p.nociarova@gmail.com

Abstract

The monochrome archive aerial photos arose from 1947 to 1950 are scanned by wide-angle objective lens with 20 or 30% endlap, what obstruct software processing and stereo evaluation. Basic information about aerial photos gives us inherent – calibration protocols. They include information like focal distance, coordinates of fiducial marks and radial distortion values. These data represent entering values during at project definition in software environment, but often oneself meet with their absence. In paper we deal with how each single software environment (ImageStation, Inpho, Leica Photogrammetry Suite 8.7) workedout this problem and what influence it has on final result. By solving of these problems will considerably make easer processing of archive aerial photos and enable to compare older measured data with those, that are obtain modern technology nowdays.

Key words

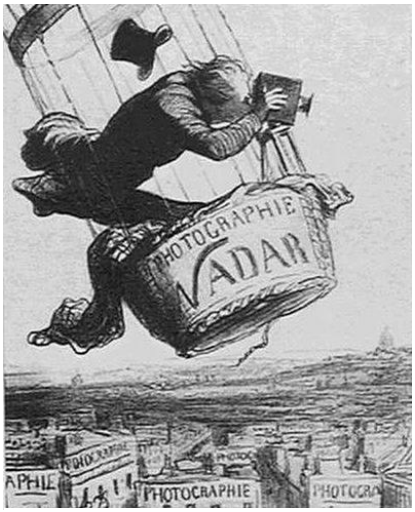
Archive aerial photo, calibration protocols, focal distance and radial distortion values

1. Úvod

Veľké uplatnenie v národnom hospodárstve a lesníctve dnes nachádzajú archívne letecké snímky, ktorých spracovanie prináša nové možnosti porovnávania súčasného stavu krajiny s obdobím, od kedy sa územie Slovenska začalo systematicky snímkovať. Majú vysokú výpovednú hodnotu a preto majú široké využitie v mnohých odvetviach národného hospodárstva. **Lesníci** porovnávajú lesnatosť, drevinové zloženie, poškodenie lesných porastov vplyvom emisii a imisií, **ekológovia** sa venujú sukcesným procesom vegetácie a monitorovaniu životného prostredia, ekologickým záťažiam akými sú smetiská, haldy, hnojiská a poľnohospodárske dvory, odkaliská, staré banské diela (povrchové) a i., **geológovia** majú možnosť sledovať začleňovanie ťažbových háld do krajiny a venovať sa štúdiu zosuvných oblastí, **hydrológovia** skúmajú ustálenosť vodných tokov, hľadanie vodných zdrojov, vznik vodných plôch rozvoj urbanizmu a komunikácií a i.
Spracovanie archívnych snímok sťažuje aj fakt, že pôsobením zubu času sa ničia (celuloid sa rozkladá) a ich následné spracovanie je veľmi náročné alebo až nemožné. Okrem toho sa k mnohým archívnym snímkam časom stratili kalibračné listy kamery a charakteristiky fotokomory, ktoré obsahujú dôležité údaje pre spracovanie. Významným problémom sú aj chýbajúce vlícovacie body, ktoré výrazne ovplyvňujú výslednú presnosť spracovania archívnych snímok. Práca je venovaná práve tejto problematike, pretože vyriešením týchto počiatočných problémov sa uľahčí a urýchli proces spracovania tohto druhu snímok.

2. Problematika

Najstaršie letecké snímky boli zhotovené z balóna (obr. 1) a pochádzajú z konca 50. rokov 19. storočia. Z tej doby sa zachovali snímky Paríža (1858), amerického Bostonu a predmestia Londýna (1860). Od dôb americkej občianskej vojny (1861 – 1865) sa využívalo snímkovanie z balónov pre vojensko-strategické plánovanie. Na prelome 19. a 20. storočia sa začalo letecké snímkovanie používať aj pre civilné účely, napr. v oblasti archeológie (Pompeje, Stonehenge, atď.) a v kartografii. V priebehu 1. svetovej vojny sa letecké



Obr. 1 Fotografovanie z balónu
Zdroj: BITTERER, 2005

snímkovanie naplno uplatnilo najmä vo vojensko-prieskumných činnostiach, kde bol jedným z priekopníkov aj Slovák – francúzsky generál M. R. Štefánik. V období 2. svetovej vojny sa už snímkovanie čiernobielou fotografiou bežne využívalo. Zaujímavosťou z tohto obdobia je kamuflážne maskovanie, ktoré nepriateľská strana na leteckých snímkach nesprávne hodnotila, ako pozemné ciele [10].

Najstaršie čiernobiele (panchromatické) letecké meračské snímky Slovenskej (Česko-Slovenskej) republiky pochádzajú z roku 1935. Zachytávajú však len malé územie Slovenska, podobne ako aj snímky z rokov 1936, 1937, 1938 a 1948. Relevantným materiálom pre korektné mapovanie a hodnotenie zmien krajiny sú letecké snímky z roku 1949, ktoré už pokrývajú celé územie Slovenska. Pôvodne boli určené pre obnovu vojenských topografických máp [2]. Najväčšie rozšírenie zaznamenali lesníci, ktorí využívajú letecké snímky už od roku l942. Využívali sa hlavne pre mapovacie účely, ako aj pre ďalšie práce spojené s vyhotovovaním lesných hospodárskych plánov.

Územie Slovenska sa snímkovalo aj v ďalších rokoch (do roku 1996 sa snímkovalo každý rok), vždy však len vybrané časti [2]. Systematické farebné snímkovanie územia s následnou ortorektifikáciou snímok (úprava skreslenia vzhľadom na reliéf) sa vykonáva od začiatku tisícročia približne v trojročných intervaloch [10]. V rokoch 2002 – 2003 sa snímkovalo celé Slovensko a vznikla kontinuálna ortofotomapa v klade ZM 1:5 000 [2].

Informácie o všetkých archivovaných leteckých snímkach zo Slovenskej republiky poskytuje Topografický ústav Armády SR v Banskej Bystrici.

2.1 Archívne letecké snímky

Letecké snímky archívne či novodobé sú výsledkom leteckého snímkovania krajiny. Archívne čiernobiele snímky zachytávajú objekty v čiernej a bielej farbe a ich rôznych stupňoch odtieňov (256). Podľa potreby využitia sa vyhotovovali s rôznym percentom prekrytu (25 až 30, 40 až 60). Detailne zachytávajú krajinu v určitom časovom horizonte, sú jej identickým dokladom a základným materiálom pre zber priestorových údajov. Sú presné a objektívne. Nepresná môže byť iba ich interpretácia, ktorá ponúka široké uplatnenie aj v lesníckych odvetviach:

- **mapovanie**
- **hospodárska úprava lesa**
- **pozemková úprava**
- **ochrana lesa**
- **poľovníctvo**
- **lesnícka ekológia**

Nevýhodou ich ďalšieho použitia je pomerne náročné prístrojové vybavenie (príslušný software, hardware, digitalizácia, digitálne diferenciálne prekresľovanie, atď.) a absencia kalibračných listov, ktoré obsahujú dôležité informácie. Ide o ohniskovú vzdialenosť, výšku letu, súradnice rámových značiek, radiálne skreslenie objektívu a vlícovacie body.

Prednosť mapovania pomocou interpretácie leteckých snímok spočíva najmä v tom, že tieto umožňujú vykonať výskum v pomerne krátkom čase, verne zobrazujú zemský povrch a poskytujú množstvo kvantitatívnych, ale najmä kvalitatívnych informácií o jednotlivých

objektoch krajiny, ktoré rozširujú a exaktizujú informačnú bázu, pričom je možné sledovať aj ich dynamiku v rôznych časových horizontoch. Zvlášť je potrebné zdôrazniť, že využitie ich informačného potenciálu musí byť založené na korektných postupoch interpretácie, ktoré okrem iného musia vychádzať aj z výsledkov synchrónneho terénneho prieskumu a mapovania [6].

2.2 Skenovanie archívnych leteckých snímok

Pre potreby digitálneho spracovania LMS v softvérovom prostredí ImageStation a Inpho je potrebné analógové LMS digitalizovať, t. j. transformovať ich do digitálneho tvaru. Transformácia sa realizuje technológiou skenovania na čo je možné využiť niektorý z plošných fotogrametrických skenerov s vhodným nastavením hustoty a rozlíšením rastra (1000 – 2000 dpi.) a pri skenovaní negatívov (diapozitívov) je vhodnejšie použiť presnejšie filmové skenery. Vlastnému skenovaniu predchádza analýza snímok, zisťuje sa ich kvalita, rozlišovacia schopnosť a tiež stupeň presnosti skenovania. Klasické skenery používajú voliteľnú veľkosť výsledného pixlu (25µm, 17 µm, 12 µm). Je nutné si uvedomiť, že skenovanie na 1000 dpi. prinesie cca 300 MB farebných obrazových dát na jeden letecký snímok. Pritom pri 1000 dpi. je veľkosť pixlu len 25 µm, čo je pri porovnaní s presnosťou analógovej fotogrametrie (do 10 µm) alebo analytickej (až 1 µm) málo a digitálnej fotogrametrii by tak nemohla konkurovať v presnosti. Je preto vhodnejšie voliť výslednú hodnotu pixla 15 µm a využiť tzv. subpixelovú transformáciu pre spresnenie merania [9].

Pri skenovaní prebiehajú úvahy o rozlíšení, formáte a typu výstupu. Správna voľba rozlíšenia má zásadný význam pre dosiahnutie požadovanej presnosti. Rozlíšenie sa označuje ako **R** a udáva sa v jednotkách dpi. Rozlíšenie sa vypočíta z nasledujúceho vzťahu:

$$\boldsymbol{R} = \frac{(\boldsymbol{k} \times \mathbf{2{,}54} \times \boldsymbol{m_s})}{\boldsymbol{p}} \qquad [1]$$

- **p** – je požadovaná veľkosť pixlu,
- $\mathbf{m_s}$ – je mierka snímky
- **2,54** – je veľkosť palca v cm
- **k** – konštanta volená v závislosti na kvalite identifikácie VB (1 – 3) [7].

Ďalej bude potrebné snímky uložiť do bezstratového grafického formátu TIFF.

2.3 Údaje z kalibračného listu

2.3.1 Ohnisková vzdialenosť

Konštanta fotokomory **f** nahrádza pojem vzdialenosti stredu premietania od obrazovej roviny. Meračské komory sú trvale zaostrené na nekonečno. Zobrazované predmety ležia v ohniskovej rovine objektívu. Ohnisková vzdialenosť je teda totožná s konštantou komory a označujeme ju $\mathbf{c_k}$ [9]. Konštanta fotokomory sa prakticky rovná ohniskovej vzdialenosti objektívu **f** [11].

2.3.2 Výška letu

Výška letu nám udáva v akej výške sa lietadlo nachádzalo počas snímkovania. Bežne sa pohybuje od 500 – 8 000 m so záberom cca 20 – 25 km. Pre lesnícke účely sa využíva aj snímkovanie menších plôch. Pokiaľ nie sú tieto údaje k dispozícii, je možné si ich vypočítať pomocou matematického vzťahu medzi mierkou snímky a konštantou fotokomory.

$$h = m_s \times f \qquad [2]$$

h - výška letu
f - konštanta fotokomory
m_s – mierka snímky

2.3.3 Rámové značky

Na LMS sa vedľa vlastného obrazu taktiež zobrazujú rámové (meračské) značky (obr. 2). Obyčajne sú trojuholníkového tvaru alebo sú vyznačené krúžkom, prípadne iným znakom [11]. Slúžia k určeniu niektorých významných bodov na snímke a jednak k definovaniu súradnicovej sústavy tzv. snímkových súradníc. Štyri až osem značiek býva umiestnených v strede jednotlivých strán alebo v rohoch fotografie [1].
Okrem rámových značiek sa v obrazovom ráme snímky nachádza:

Obr. 2 Rámové značky – vnútorná orientácia

- kruhová libela
- hodiny
- číselník snímok
- konštanta fotokomory
- hodnota ohniskovej vzdialenosti
- výška fotografovania

2.3.4 Radiálne skreslenie objektívu

Ide o chyby, ktoré pôsobia na geometriu zobrazenia a majú rozhodujúci vplyv na presnosť meraní. Skreslenie objektívu je spôsobené súhrnom geometrických nepresností pri výrobe objektívu [8]. Je najvýraznejšie pri širokouhlých objektívoch a je vyjadrené diagramom skreslenia (distorziou). Pri normálnych objektívoch sa obvykle môže zanedbať [5]. Skreslenia určuje priamo výrobca (meraním v ôsmych radiálnych smeroch) alebo je zisťované priamo analytickými metódami (využitím presne určeného bodového poľa).

Rozoznávame dva druhy skreslenia:

- radiálne
- tangenciálne [8]

3. Metodika

Dôležitou súčasťou spracovania leteckých snímok v softvérovom prostredí je vnútorná orientácia. V prípade, že sú prvky vnútornej orientácie (konštanta fotokomory ***f***, súradnice rámových značiek a radiálne skreslenie objektívu) dostupné a známe, je riešenie vnútornej orientácie jednoduché. Problém nastáva, ak tieto informácie nepoznáme a je potrebné ich spätné dohľadanie. Preto si spracovanie archívnych leteckých snímok vyžaduje určité špecifiká, ktorými sa líšia od spracovania súčasných snímok. Častým problémom je absencia kalibračných listov kamier a z toho vyplývajúce nedostatky akými sú napr. chýbajúce súradnice rámových značiek, nedostatočné informácie o hodnotách skreslenia objektívu kamery, chýbajúca mierka snímok, výška letu, ohnisková vzdialenosť kamery a pod. Týmto sa veľmi sťažuje pozícia pri určovaní parametrov vonkajšej orientácie snímok.

Väčšinou sa dajú tieto chýbajúce údaje získať dodatočne s väčšou alebo menšou presnosťou.:

- meraním hodnôt z originálnych negatívov,
- výpočtom pomocou matematických algoritmov,
- prevzatím údajov z archívnych záznamov,
- použitím údajov z novších projektov.

4. Výsledky

4.1 Rámové značky

Súradnice rámových značiek je možné získať odmeraním skleneným pravítkom priamo na spracovaných originálnych diapozitívoch. Tieto hodnoty sa dajú považovať za relatívne správne, hoci samotný diapozitív na ktorom je zobrazené fotografované územie, podlieha určitým deformáciám vplyvom času. [4]

4.2 Ohnisková vzdialenosť

Tento údaj je často krát (hlavne pri archívnych snímkach) viditeľný na filmovom negatíve (v obrazovom ráme), kde bol zachytený počas snímania územia. Pokiaľ tomu tak nie je dá sa vypočítať spätne pre každú leteckú snímku pokiaľ poznáme výšku letu a mierku snímok. Tieto údaje sú často súčasťou leteckých snímok.

4.3 Vlícovacie body

Chýbajúce vlícovacie body je možné prebrať z archívnych záznamov VTU v Banskej Bystrici alebo Lesoprojektu vo Zvolene. Jednou z možností je aj "navlícovanie" bodov z novších fotogrametrických projektov, kde sú k dispozícii všetky potrebné údaje alebo zhustením bodového poľa pomocou digitálnej aerotriangulácie. Ak je to možné, je vhodné použiť terestrické merania, ktoré najpresnejšie identifikujú vlícovacie a kontrolné body. Môžu sa na to využiť dobre identifikovateľné objekty – stromy a kry, hrany križovatiek lesných alebo poľných ciest, prípadne iné abiotické a biotické objekty. Spätné určovanie (hľadanie) vhodných vlícovacích bodov je zvlášť obtiažne v zalesnených územiach, kde je nedostatok antropogénnych objektov. Musia sa vyberať nízke dreviny a kry, ktoré však k predchádzajúcemu snímkovaniu menia svoj rozmer alebo dokonca zanikli. Nielenže je obtiažne určenie polohy x, y, ale výrazné problémy nastávajú s výškou. Tento problém sa dá čiastočne eliminovať tým, že namiesto jedného vlícovacieho bodu (x, y, z) sa vypočítajú aerotriangulácou dva, kde jeden slúži na určenie polohy a druhý výšky [4, 5].

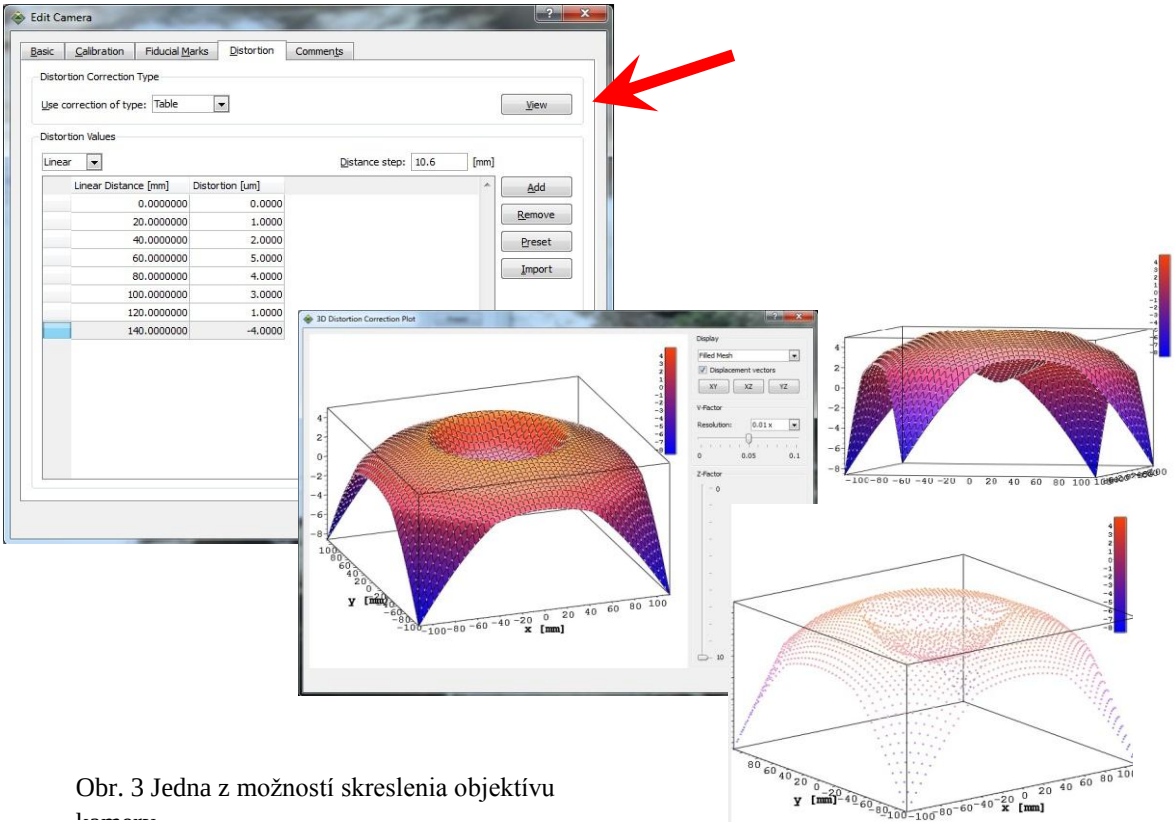
4.4 Radiálne skreslenie objektívu

Je najvýraznejšie pri širokouhlých objektívoch používaných hlavne v minulosti, preto je toto jeden z najvážnejších problémov pri spracovaní archívnych leteckých snímok. Radiálne skreslenie je niekedy také veľké, že je viditeľné voľným okom spracovateľa. Moderné fotogrametrické softvéry (ImageStation, Inpho, Leica Photogrammetry Suite 8.7) obyčajne umožňujú zadávať opravy minimalizujúce vplyv skreslenia objektívu, prípadne je možné priebeh skreslenia na snímkach vypočítať z nadbytočného počtu meraní [8].

Program **ImageStation** ponúka spracovateľovi na výber až 12 možností na úpravu skreslenia objektívu (obr. 4), ktoré program automaticky pomocou matematických algoritmov aplikuje. Pri výbere ide o subjektívny názor operátora, v závislosti od toho, ktorý druh využije. V programe ImageStation je možné toto nastavenie meniť počas spracovania, v závislosti od veľkosti výslednej chyby. Ide o zdĺhavý postup, ale len tak je možné získať najlepšie výsledky.

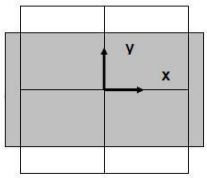
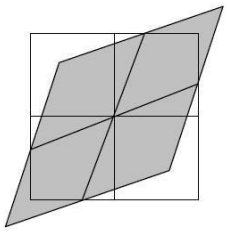
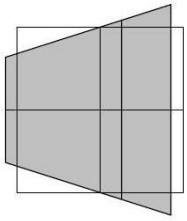
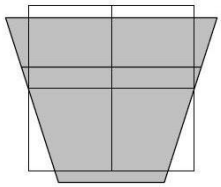
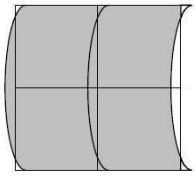
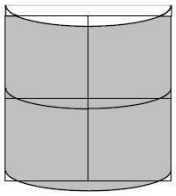
V programe **Inpho** si toto nastavenie určujeme hneď pri zakladaní projektu. Ak nie je známe radiálne skreslenie objektívu v kolónke **Use Corecction Of Tipe** vyberieme možnosť **None/Off** (žiadne skreslenie). Po zadaní zvyšných údajov prvkov vnútornej orientácie, program na základe zistených atribútov vypočíta hodnoty skreslenia objektívu pre snímky, ktoré zobrazí v prehľadnej tabuľke. Program ponúka vizuálnu 3D korekciu skreslenia pomocou bodového poľa (obr. 3). Môžeme tak dostať lepší prehľad o tom ako veľmi vplýva skreslenie na namerané súradnice obrazu. Kladné hodnoty skreslenia sú zobrazované odtieňmi červenej farby a záporné hodnoty odtieňmi modrej farby.

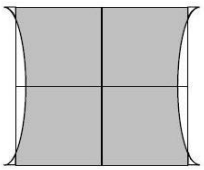
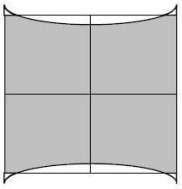
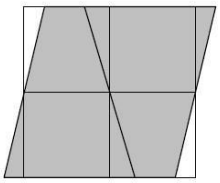
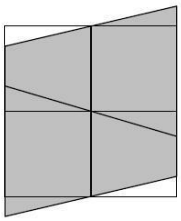
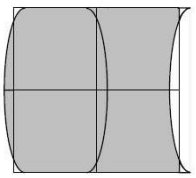
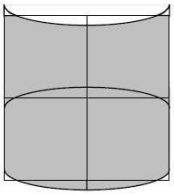
Program **Leica Photogrammetry Suite 8.**7 (LPS) dokáže pracovať s obecným (všeobecným) geometrickým modelom senzoru (typ senzoru – nemeračská kamera), čím umožňuje relatívne presné spracovanie archívnych leteckých snímok a to i tých, ku ktorým nie sú k dispozícii tieto údaje.



Obr. 3 Jedna z možností skreslenia objektívu

Pokiaľ sú známe údaje z kalibračného protokolu, použije sa pre spracovanie snímok nastavenie – meračská komora (Frame Camera). V opačnom prípade sa použije nastavenie pre nemeračskú komoru (Non Frame Camera).

Parameter Number	Equation and Systematic Deformation Effect
1	$\Delta x = +b_1 x$ $\Delta y = -b_1 y$ 
2	$\Delta x = +b_2 y$ $\Delta y = +b_2 x$ 
3	$\Delta x = -b_3\left(2x^2 - \frac{4b^2}{3}\right)$ $\Delta y = +b_3 xy$ 
4	$\Delta x = +b_4 xy$ $\Delta y = -b_4\left(2y^2 - \frac{4b^2}{3}\right)$ 
5	$\Delta x = +b_5\left(y^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ $\Delta y = 0$ 
6	$\Delta x = 0$ $\Delta y = +b_6\left(x^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ 

Parameter Number	Equation and Systematic Deformation Effect
7	$\Delta x = +b_7 x\left(y^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ $\Delta y = 0$ 
8	$\Delta x = 0$ $\Delta y = +b_8 y\left(x^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ 
9	$\Delta x = +b_9 y\left(x^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ $\Delta y = 0$ 
10	$\Delta x = 0$ $\Delta y = +b_{10} x\left(y^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ 
11	$\Delta x = +b_{11}\left(x^2 - \frac{2b^2}{3}\right)\left(y^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ $\Delta y = 0$ 
12	$\Delta x = 0$ $\Delta y = +b_{12}\left(x^2 - \frac{2b^2}{3}\right)\left(y^2 - \frac{2b^2}{3}\right)$ 

Obr. 4 Možnosti skreslenia objektívu kamery

5. Záver

Spracovanie historických snímok zo všetkých hľadísk umožňuje zobraziť procesy, prebiehajúce v minulosti. Analýza zmien tvarovania reliéfu, využitia krajiny, vegetačného krytu, riečnej siete, cestnej siete a rozsahu osídlenia môže objasniť procesy, navonok pôsobiace izolovane. Zhodnotenie vývoja krajiny na základe zachovaných, archívnych leteckých snímok a ďalších geografických (geoekologických) a kultúrnych fenoménov vnáša do prezentovanej problematiky relatívne presne datovateľný temporálny rozmer, čo má význam nielen pre základný výskum a spoločenskú prax, ale aj pre edukáciu v dimenzii poznania a ochrany krajiny. Štúdium vývoja krajiny od minulosti po súčasnosť má veľký význam tiež pre krajinnoekologické analýzy a syntézy ústiace do návrhov pre trvalo udržateľné využívanie územia (BOLŽITIAR & OLÁH, 2008).
Spracovanie archívnych leteckých snímok si vyžaduje veľa trpezlivosti, pretože práca s týmto druhom snímok je časovo náročná. Aj keď sa dajú chýbajúce údaje doplniť, často krát ide o postup – pokus omyl. Práve preto, že táto problematika je na Slovensku pomerne nová sa ňou zaoberalo len niekoľko autorov (KOŽUCH & ČERŇANSKÝ 2001, ČERŇANSKÝ & STANKOVÁ 2004, PROKEŠOVÁ *et al.*, 2010, a i.) a treba tejto problematike venovať značnú pozornosť, aby sa proces spracovania vycibril a uľahčil tak prácu iným spracovateľom.

6. Referencie

[1] **BITTERER, L.**: *Základy fotogrametrie*. Stavebná fakulta na ŽU, Žilina : 2005, s. 208
[2] **BOLŽITIAR, M., OLÁH, B.**: *Potenciál historických máp a leteckých snímok pri štúdiu zmien krajiny.* Geografická revue. Rok : 2008, Číslo : 2, Ročník : 4, Vydavateľ: UPV UMB Banská Bystrica, s. 64 – 82.
[3] **ČERŇANSKÝ, J., KOŽUCH, M.**: *Digitálna fotogrametria – efektívna metóda zberu údajov pre GIS.* Pedagogické listy, zošit č. 9, Katedra mapovania a pozemkových úprav, Bratislava : 2002
[4] **CHUDÝ, F., TUNÁK, D.**: *Príspevok k spracovaniu archívnych snímok modernými prostridkami digitálnej fotogrametrie v lesníckom mapovaní.*
[5] **FERANEC, J., OŤAHEĽ, J.:** *Land Cover Forms in Slovakia Identified by Application of Colour Infrared space Photographs at the Scale 1 : 500 000*. In: Geografický časopis, roč. 44, 1992, č. 2, s. 120-126.
[6] **FERANEC, J.** (1989): Údaje získané metódami diaľkového prieskumu zeme – zdroj geografických informácií. In: Nové trendy v geografii. Bezák, A. (Ed.). Bratislava: SGS pri SAV, 1989, s. 13-18
[7] **PAVELKA, K.:** *Fotogrammetrie 1.* České vysoké učení technické v Praze. Praha : 2009. s. 200, ISBN 978-80-01-04249-6
[8] **VIŠŇOVSKÝ, P., ČÍHAL, A.:** *Geodézia a fotogrametria*. Bratislava : 1985, Príroda, s. 546
[9] **ZLOHA, M., GREGOR, T.**: *Diaľkový prieskum Zeme a monitoring životného prostredia: módny trend alebo nevyhnutnosť?* Názov časopisu: ENVIROMAGAZÍN MČ. Rok : 2009, Číslo : 2, s. 32 - 33
[10] **ŽÍHLAVNÍK, Š.**: *Geodézia, fotogrametria a mapovanie v lesníctve*. Zvolen : 2004. Technická univerzita vo Zvolene, s. 387 ISBN 80-228.1287-0