

**Admir Mulahusić \***

UDK 528.7  
Stručni rad

## KAMERE U FOTOGRAMetriJI

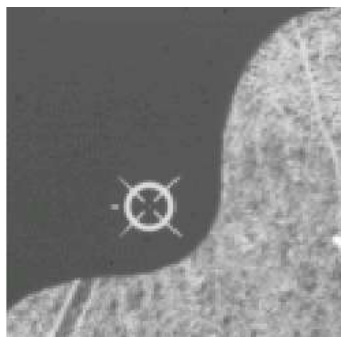
➤ U *terestričkoj fotogrametriji* se koriste:

- fototeodoliti,
- stereokamere,
- amaterske kamere,
- digitalne kamere.

➤ U *aerofotogrametriji* se koriste:

- aerofotogrametrijske kamere,
- digitalne aerofotogrametrijske kamere (prvi put je izložena na izložbi na XIX Kongresu ISPRS-a u Amsterdamu od strane firme Leica).

U cilju fizičke definicije koordinatnog sistema snimka i odgovarajućeg centra projekcije, na svaki mjerni snimak se preslikavaju *rubne markice*.

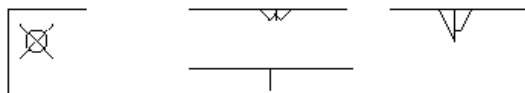


Slika:  
Primjer rubne markice<sup>1</sup>

Postoje mnoge varijacije rubnih markica (u ovisnosti od kamere i proizvođača). Sve one definiraju slikovni koordinatni sistem i položaj glavne tačke.

<sup>1</sup> Slika je preuzeta sa interneta: [http://epiphany.hpl.crestech.ca/~reeves/photogramm\\_lect.html](http://epiphany.hpl.crestech.ca/~reeves/photogramm_lect.html)

\* Asistent Admir Mulahusić, dipl.inž.geod., Građevinski fakultet Sarajevo,  
E-mail: [admir\\_mulahusic@gf.unsa.ba](mailto:admir_mulahusic@gf.unsa.ba)

Slika: Vrste rubnih markica<sup>2</sup>

*Terestričke mjerne kamere* se po pravilu koriste za snimanja sa fiksnih snimališta na zemlji. Postoje dvije vrste *fototeodolita*: konstrukcija sa mogućnosti (vertikalnog) pomaka objektiva paralelno sa ravninom snimka i konstrukcija sa mogućnosti nagnjanja kamere. Kod prve konstrukcije os snimanja ostaje horizontalana, a bolje obuhvatanje terena u vertikalnom smislu postiže se dizanjem odnosno spuštanjem objektiva. Kod druge se konstrukcije os snimanja može zajedno sa kamerom nagnjati. Drugo rješenje je efikasnije i povoljnije iz optičkih i orijentacionih razloga, jer se od objektiva, zbog njegovog simetričnog smještaja, zahtijeva korigiranost za manje vidno polje i jer unutarnja orijentacija ostaje kruta.

Orijentacioni elementi se geodetski određuju ili zauzimaju. Terestričke kamere (fototeodoliti) se koriste za snimanja sa većih rastojanja, kao što su topografsko snimanje terena u svrhu dobivanja situacionih planova, pogleda i profila.

Najvažnije *oblasti primjene* terestričke fotogrametrije su:

- Arhitektura, građevinarstvo i geologija,
- Zaštita spomenika,
- Arheologija,
- Biofotogrametrija,
- Kriminalistika,
- Industrija (razne oblasti), itd.

*Zahtjevi* koji se postavljaju pred terestričku kameru su slijedeći:

- Da se može kombinirati sa geodetskim instrumentima za mjerenja (pribor za prisilno centriranje),
- Da se može dobiti visoki i široki format,

Za određivanje elemenata unutarnje orijentacije pri dnevnom i noćnom snimanju na svakom snimku *treba da su vidljivi*:

- Rubne markice,
- Konstanta kamere,
- Korekcija za konstantu kamere u slučaju fokusiranja,
- Broj kamere za identifikaciju ispravnog protokola u kalibraciji.

<sup>2</sup>Slika je preuzeta sa interneta: [http://epiphany.hpl.crestech.ca/~treeves/photogramm\\_lect.html](http://epiphany.hpl.crestech.ca/~treeves/photogramm_lect.html)

*Potrebne su slijedeće informacije za raspoznavanje na svakom snimku:*

- Broj snimka ili baze,
  - Oznaka snimališta (A=lijevo snimalište, B=desno snimalište),
  - Oznaka za slučaj snimanja (normalan slučaj, slučaj sa zaokretom u lijevo ili u desno),
  - Oznaka objekta (skica terena koji se snima).
- U pogledu fotografskih radova trebalo bi da su ispunjeni slijedeći uvjeti:
- Eksterno mjerenje osvjetljenosti,
  - Izbor blende i vremena ekspozicije,
  - Mogućnost fokusiranja za različita rastojanja snimanja,
  - Sinhrono snimanje kod najmanje dvije kamere za istovremeno snimanje nekog objekta u pokretu.

Osim toga, razumljivo je da se na mjerne kamere odnose svi opći zahtjevi koji se postavljaju i geodetskim terenskim instrumentima - kao što je pogodnost za transportovanje, postojanost na vremenske nepravilnosti itd.

#### **Aerofotogrametrijske mjerne kamere.**

Dva glavna zadatka koja se trebaju riješiti aerosnimcima su mjerenja i interpretacija aerosnimaka. Za interpretaciju aerosnimaka traži se visoki kvalitet reprodukcije detalja, a oštrina i moć razlučivanja optike su u prvom planu interesovanja. Najviši zahtjevi se postavljaju i po pitanju oštine i preslikavanja bez distorzije. Mjerne kamere moraju da imaju mogućnost ugrađivanja u avion, te stoga moraju da odgovaraju potrebnim zahtjevima te vrste.

Dijelovi aerofotogrametrijske kamere su:

- Ovjes,
- Kamerni trup,
- Pogonska jedinica,
- Kasete,
- Tražilni durbin,
- Elektronska jedinica,
- Uređaj za upravljanje,
- Svjetlomjer.

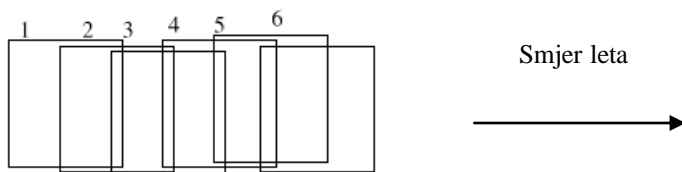
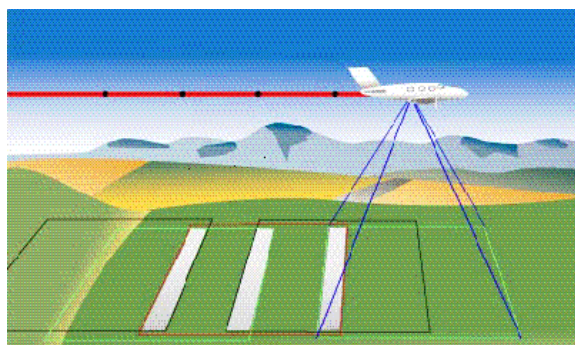


Slika: RC30<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Slika je preuzeta sa CD-a LH Systems, Solutions for precise information from imagery (CD za prezentaciju proizvoda kompanije LH Systems).

*Zahtjevi* koji se postavljaju pred aerofotogrametrijsku kameru su slijedeći<sup>4</sup>:

- Kamera mora da može horizontalno da se postavlja (zavrtnjima na nožicama) usmjerena vidnim poljem nadole, kako bi  $\omega$  i  $\varphi$  bili manji od 5 gona, što predstavlja uobičajene granice pokreta kod restitucionih instrumenata. Za analitičke restitucione instrumente ovo ograničenje otpada.
- Mora da posjeduje sistem, kojim se može utvrditi zaokretanje i kojim se kamera može usmjeriti u stvarnom pravcu leta aviona ( $\kappa < 3$  gona).
- Projektovani pravac i visina leta aviona mora da se ostvari zašto su potrebni dobri *navigacijski uređaji*.



Slika: Smjer leta<sup>5</sup>

- Planirano podužno preklapanje između snimaka u nizu mora se ostvariti što se postiže *regulatorom preklopa*.
- Posada za snimanje mora da surađuje, pa je potrebna radio veza u avionu.
- Korekture u kursu leta aviona su dozvoljene samo između pojedinih ekspozicija, pa je potrebno imati svijetleću signalizaciju momenta ekspozicije.
- Pomjeranje aviona u pravcu leta u momentu ekspozicije prouzrokuju i pomjeranje slike, koja se mora kompenzirati pomjeranjem snimka u momentu ekspozicije. Preslikavanje rubnih markica pri tome mora biti dovoljno oštro.

<sup>4</sup> Kraus K. (1986): Fotogrametrija, Knjiga I, Naučna knjiga Beograd

<sup>5</sup> Slika je preuzeta sa CD-a LH Systems, Solutions for precise information from imagery (CD za prezentaciju proizvoda kompanije LH Systems).

- Moraju se koristiti centralni zatvarači za kratke ekspozicije i sa visokim stepenom osvjetljenja, čime se može garantirati jedinstvena spoljašnja orijentacija za cio format snimka.

U pogledu unutarnje orijentacije *ove kamere se razlikuju od terestričkih* u slijedećem:

- U kontinuitetu se radi sa jednom stalnom konstantom kamere (kamernim trupom).
- Format snimka je danas skoro jedinstven (23 cm x 23 cm).
- Film se zbog svoje veličine mora pneumatski izravnati.
- Temperature razlike između aerodroma i radnih visina su velike, pa se poduzimaju posebne mjere kao što su: usklađivanje koeficijenata istezanja elemenata raznih sklopova, odbijanje hladnog vazduha, eventualno staklom zatvoren dio poda.
- Rubne markice moraju biti osvjetljene.
- Broj simetrično raspoređenih rubnih markica bi trebao biti 8 (dosada je bio većinom 4), čime bi se dobila mogućnost kontrole uticaja grešaka.

U pogledu *fotografskih radova* treba da su ispunjeni slijedeći *uvjeti*<sup>6</sup>:

- Vrijeme ekspozicije mora se određivati automatski pri slobodnom izboru blende, ili se blenda mora određivati automatski pri slobodnom izboru vremena ekspozicije.
- Osvjetljenost rubnih markica i dodatnih informacija mora da je prilagođeno osjetljivosti različitih tipova filmova.
- Sivi klin (spektar nijansi tonova), koji se preslikava na svaki snimak, treba da olakša podešavanje kontrasta pri fotografskim radovima koji slijede.

Za tehničke radove i organiziranje arhive, kamere bi trebalo da uz svaki snimak snime i brojne *dodatne informacije*:

- Brojač snimka.
- Sat, kako bi npr. na osnovu vremena u toku dana i pravca sjenki mogao da se odredi sa snimka pravac sjevera.
- Grubi mjerač visine, kako bi se mogla približno odrediti razmjera snimanja.
- Eventualno centrična libela kako bi se moglo otkriti loše horizontiranje.
- Datum, broj kamere i broj kasete.
- Naziv projekta.
- Konstanta kamere za ponovno uspostavljanje unutarnje orijentacije i izračunavanje razmjere.
- Podaci za spoljašnju orijentaciju, ako je kamera kombinovana sa inercijalnim navigacionim sistemom.

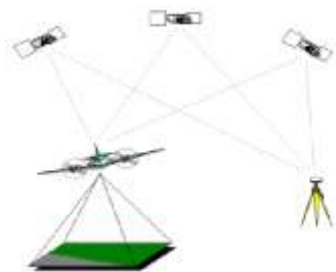
U *današnje vrijeme* aerofotogrametrijske kamere su opremljene sa:

- Žiro uređajem,
- GPS uređajem,
- Poboľšanom optikom uz seriju filtera,
- Automatskom eksponažom,

---

<sup>6</sup> Kraus K. (1986): Fotogrametrija, Knjiga I, Naučna knjiga Beograd

- Navigacijom podržanom GPS-om,
- Preciznom kontrolom preklopa,
- Integracijom upravljačkih elemenata uz podršku PC-a.



Slika<sup>7</sup>: Veza između aerofotogrametrije i GPS-a

<sup>7</sup> Slika je preuzeta sa CD-a LH Systems, Solutions for precise information from imagery (CD za prezentaciju proizvoda kompanije LH Systems).

### Literatura

- Kraus K. (1986): Fotogrametrija, Knjiga I, Naučna knjiga Beograd

### INTERNET STRANICE:

- <http://epiphany.hpl.crestech.ca>

### REKLAMNI CD

- LH Systems, Solutions for precise information from imagery (CD za prezentaciju proizvoda kompanije LH Systems).

### Sažetak

U članku su objašnjene osnovne karakteristike kamera koje se koriste u fotogrametriji (terestričkoj i aerofotogrametriji), oblasti primjene, zahtjevi koji se postavljaju pred pomenute kamere, itd.

## METRIC CAMERAS IN PHOTOGRAMMETRY

### Abstract:

This article treats basic characteristics of metric cameras in photogrammetry (terrestrial and aerophotogrammetry), their most important applications, requirements, etc.