

## Svrishodnost postupaka relativne orijentacije

Za relativnu orijentaciju postoji već čitavi niz postupaka, koje možemo podijeliti u optičko-mehaničke i numeričko-grafičke. Potonji se u literaturi spominju pod nazivom numeričkih postupaka, iako se taj problem pored numeričkog načina može riješiti i konstruktivno grafički. Kod optičko-mehaničkih postupaka relativna se orijentacija postizava nizom uklanjanja transverzalnih paralaksa u pojedinim točkama, pri čem izbor točaka, izbor korištenih orijentacionih elemenata i redosljed operacija slijedi sistematski. Do cilja se dolazi a da se pri tom ne pribjegava nikakovim računanjima ni grafičkim konstrukcijama. Kod numeričko-grafičkih postupaka odrede se na temelju sistematski raspodjeljenih mjerenja transverzalnih paralaksa i koordinata korištenih točaka orijentacioni elementi pomoću numeričkih operacija ili grafičkih konstrukcija.

U novijoj literaturi ([1], [2], [3]) daje se prednost optičko-mehaničkim postupcima, dok se industrija sve više trsi da svoje stereoinstrumente I. reda što bolje osposobi i izvede što udobnijim za numeričko-grafičke postupke. Dovoljno je u tom pogledu promotriti modele Stereoplanigraph C8 Zeiss-Aerotopograph i Autograph A7 Wild. U prilog optičko-mehaničkih postupaka navodi se pored jednostavnosti i okolnost da se njihovim operacijama automatski obuhvataju i članovi nižih redova, a u nedostatak numeričkih postupaka spominje se da se po teoriji pogrešaka ponavljanjem numeričkih postupaka postizava relativno slab napredak točnosti, što bi isto vrijedilo i za grafičke postupke a dakako i za optičko-mehaničke, samo što je kod potonjih i utrošak vremena najmanji.

Gruberov optičko-mehanički postupak [4] relativne orijentacije predstavljao je u svoje vrijeme revoluciju ekonomičnosti, no ne može se od tog postupka tražiti da on i ostane optimalan za sve slučajeve.

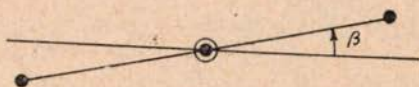
Kod stereoinstrumentata sa mogućnosti preciznog mjerenja transverzalnih paralaksa, a to je na svaki način slučaj kod stereoinstrumentata I. vrste pomoću  $b_y$ , točnost numeričko-grafičkih postupaka superiornija je — po mojem mišljenju — onoj od optičko-mehaničkih postupaka. To bi obrazložio pretpostavkom da se transverzalna paralaksa točnije mjeri pomoću  $b_y$ -pomaka nego uklanja na pr. pomoću  $\varphi$ -nagiba. U prvom slučaju djelovanje je mnogo brže i izrazitije i uslijeđuje jedino u smjeru promjene transverzalne paralakse (sl. 1), dočim u drugom slučaju promjena je transverzalne paralakse polagana i čini tek dio promjene u smjeru apscise (sl. 2):

Kut  $\beta$  iznosi kod normalnokutnih snimaka 1:10 a kod širokokutnih snimaka 1:3,9. Iz matematskih razloga trebalo bi — unatoč različite sigurnosti u osje-

čaju — biti moguće da se sa oba elementa ukloni transverzalna paralaksa sa jednakom preostalom pogreškom. Iz fizioloških razloga smatram da će se sa  $b_y$  ukloniti transverzalna paralaksa sa većom apsolutnom točnosći nego li sa  $\varphi$ , naročito kod normalnokutnih snimaka. Uklanjanje se transverzalnih paralaksa vrši svrsishodno biokularno, a mi moramo imati na umu da su naše oči u stanovitim granicama fiziološki sposobne za prilagođenje na transverzalnu paralaksu. Mi se naime sa transverzalnom paralaksom do iznosa od 12 pa i 16<sup>0</sup>/<sub>0</sub> [4] susrećemo i kod prirodnog promatranja bliskih postranih predmeta. Prema tome očekujem da će se naše oči prilagoditi stanovitoj transverzalnoj paralaksi ako za to imaju vremena kao što je to slučaj kod promjene uzdužnog ngiba  $\varphi$ , kod kojeg se transverzalna paralaksa polagano mjenja, a nije slučaj kod  $b_y$ -pomaka gdje je ta promjena oštra. Ovo prilagođivanje naših očiju na transverzalnu paralaksu povećava apsolutnu širinu područja u kojem se ona fiziološki tolerira, što može ići i do  $2 \times 12\% = 24\%$  odn. 32%. Iz istog razloga smatram mjerenje transverzalnih paralaksa pomoću  $b_y$  fiziološki točnijim od mjerenja pomoću  $b_z$ .



sl. 1



sl. 2

Daljnja je prednost numeričko-grafičkih postupaka pred optičko-mehaničkim postupcima da je neovisnim nanašanjem popravaka osujećeno nagomilavanje pogrešaka. Ovaj je princip u cijelosti proveden kod Hallertovog postupka za ravničasti teren, dok se recimo kod Kasperovog numeričkog postupka za proizvoljne terene pogreška u određivanju razlike poprečnih nagiba prenosi i na određivanje ostalih elemenata. Kod Hallertovog postupka ne samo da je spriječeno nagomilavanje pogrešaka već se i postojeće pogreške najsvrsishodnije ublažuju time što postupak zapravo predstavlja strogo izjednačenje.

Relativno slaba konvergentnost numeričko-grafičkih postupaka daje se poboljšati time da se — izuzev recimo prvog određivanja koje je eventualno kvareno utjecajem članova 2. reda relativno većih početnih pogrešaka — sva daljnja određivanja uzimaju kao jednakovrijedna, te preuzimaju njihove aritmetičke sredine. One dobivaju time sve veću težinu, što mora vrlo povoljno djelovati na konvergentnost postupka.

Pitanje svrsishodnosti postupaka relativne orijentacije nije međutim apsolutne naravi već je vezano na karakter terena, stereoinstrument i broj raspoloživih orijentacionih točaka.

Već s time u vezi možemo reći da je Gruberov čisti optičko-mehanički postupak vezan na ravničasti teren. Kod brdovitih terena koeficijent prekorekture nije naime unaprijed poznat već ovisi i o formi poprečnog profila, te se mora posebno odrediti na temelju mjerenih koordinata korištenih točaka profila.

Numerički se pak postupak sa brdovitosti terena dosta komplicira dok grafički postupci mnogo manje.

Kod poprečnih profila kod kojih su uslijed vodenih površina (obale) nepovoljno odabrane točke uputan je drugi Poivilliersov postupak [5], koji koristi po 4 manje više proizvoljno porazmještene točke profila.

Numeričko-grafički postupci vezani su dakako na mogućnost preciznog mjerenja transverzalnih paralaksa te preciznog očitavanja i nanašanja vrijednosti orijentacionih elemenata, a kod brdovitog terena još i na (udobnu) mogućnost očitavanja prostornih koordinata modelnih točaka.

Napredak stereoinstrumenata I. vrste omogućuje na udoban način potpuno iskorišćenje prednosti numeričko-grafičkih postupaka, te je na pr. kod Stereoplanigraf C8 i Autographa A7 najuputnije popravke orijentacionih elemenata odrediti u njihovom adekvatnom iznosu i kao takove direktno nanijeti.

Kod drugog najvažnijeg tipa, a to je Autograph A8 Wild, prednost je numeričko-grafičkih postupaka uslijed ograničene točnosti mjerenja transverzalnih paralaksa također ograničena. Kod tog tipa možemo transverzalne paralakse mjeriti pomoću  $w$ -očitavanja ( $w$ -postupak). Ovo očitavanje možemo vršiti na  $1/2^\circ$  točno, što kod srednje stereoprojeksione daljine od 300 mm predstavlja cca 0,025 mm. Stoga se kod tog instrumenta može preporučiti numerički postupak za ravničaste terene, kod kojih je taj postupak vrlo jednostavan. Kod brdovitih terena ne bi se međutim isplatilo kompliciranje koje u tom slučaju donosi sa sobom numerički postupak, već je uputno primijeniti optičko-mehanički postupak sa grafičkim određivanjem prekorekture po Kasperu

Obzirom na manju točnost direktnog nanašanja a još više obzirom na neudobnost takvog nanašanja uputno je kod A8 da se jednom numerički određena popravka uzdužnog nagiba ne nanese direktno već uklanjanjem namještenog odgovarajućeg visinskog odstupanja. Visinsko očitavanje i mjerenje je naime kod A8 i vrlo udobno i točno. Prednost ovakvog nanašanja pred nanašanjem na temelju uklanjanja odgovarajuće transverzalne paralakse je u pogledu točnosti velika [6].

Kod većeg broja raspoloživih orijentacionih točaka moguće je i provodi se ispitivanje deformacije modela, kojom se prilikom još jednom kontroliraju poprečni i uzdužni nagibi projektor. Kod oskudnog broja orijentacionih točaka ili kod aerotriangulacije gdje ih principijelno nema (u dovoljnom broju) potrebno je posvetiti maksimalnu pažnju relativnoj orijentaciji, u koju je svrhu poželjan numerički postupak. Taj je omogućen odnosno olakšan upotrebom stereoinstrumenta I. vrste, koji se za takove slučajeve redovito koristi i koji — bar u nviije vrijeme — posjeduje visoku točnost očitavanja i nanašanja pojedinih orijentacionih elemenata.

I tu bi kod brdovitog terena dao prednost pojednostavljenim numeričko-grafičkim postupcima pred strogim dugotrajnim postupkom, iz razloga jer određene vrijednosti praktički ne smatramo definitivnim, već ih nakon njihovog nanašanja kontroliramo ponovnim mjerenjem transverzalnih paralaksa.

$x$  = broj jednadžbi

Obzirom na navedeno moglo bi se za pojedine slučajeve, a za kvalitetne stereoinstrumente koje mi u Jugoslaviji posjedujemo, preporučiti kao rezonsku sljedeću tabelu za izbor postupka relativne orijentacije:

	Univerzalni stereoinstrumenti			A 8		
	t e r e n			t e r e n		
	ravničasti	brdoviti	sa vode- nim po- šinama	ravničasti	brdoviti	sa vode- nim po- šinama
absolutna ori- entacija po ori- entacionim to- čkama	Hallert	optičko-me- hanički sa prekorektu- rom po Ka- speru	Poivilliers	w-postu- pak	optičko-me- hanički sa prekorektu- rom po Ka- speru	optičko-me- hanički sa prekorektu- rom po Ka- speru
aerotri- gularna	Hallert	Kasperov nu- merički	Poivilliers	w-postu- pak	optičko-me- hanički sa prekorektu- rom po Ka- speru	optičko-me- hanički sa prekorektu- rom po Ka- speru

### LITERATURA

1. Kasper: »Die Ueberkorrektur bei der gegenseitigen Orientierung von Senkrechtaufnahmen eines beliebigen Geländes«, Schweiz. Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, br. 5/1949.
2. Finsterwalder: »Photogrammetrie«, Berlin, 1952.
3. Gotthardt: »Zur Genauigkeit der rechnerischen und der optisch-mechanischen gegenseitigen Orientierung«, Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Berlin, br. 6/1953.
4. Gruber: »Ferienkurs in Photogrammetrie«, Stuttgart, 1930.
5. Poivilliers: »Formation de l'image plastique dans les appareils de restitution«, Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris, 1948.
6. Schröder: »Die rechnerische Orientierung von Luftbildaufnahmen auf Grund von Messungen am Stereokomparator und ihr Verhältnis zu den optisch-mechanischen Verfahren«, disertacija, Hannover, 1949.

### ZUSAMMENSETZUNG

*Es wird die Zweckmässigkeit der verschiedenen Verfahren für die rel. Orientierung in Abhängigkeit vom Geländecharakter, von den instrumentellen Möglichkeiten und von der Anzahl der verfügbaren Passpunkte diskutiert. Physiologisch wird den numerisch-graphischen Verfahren mit by-Messungen Vorzug gegeben.*

*In dem tabelarisch dargestellten Vorschlag wurde der Stand des in Jugoslavien vorhandenen Instrumentariums berücksichtigt. Die strengen Verfahren wurden bei dem gebirgigen Gelände nicht empfohlen, da sie einerseits viel Zeit in Anspruch nehmen, andererseits wird jede Bestimmung der Orientierung in der Regel noch durch nachträgliche Parallaxenmessung kontrolliert.*