

## ODREĐIVANJE NAKNADNIH TAČAKA FOTOGRAMETRIJSKIM METODAMA

Prof. dr. ZDENKO TOMAŠEGOVIĆ — ŠF Zagreb\*

Razmatranja što slijede, kolikogod se trebaju uzeti kao prethodna — obzirom na relativno mali broj podataka — ipak ukazuju na pozitivno rješenje postavljenog problema.

Koliko praznog hoda može biti kod vezanja poligonskih vlakova za postojeću trigonometričnu mrežu, najbolje će znati iz svog iskustva stručnjaci, koji vrše geodetske izmjere u šumskim područjima brdsko-planinskog tipa. Trigonometričke tačke leže na markantnim mjestima terenskog reljefa, dakle u šumovitim predjelima naročito na vrhovima ili grebenima. Za izvršenje izmjera duž šumskih međa ili na enklavama potrebno je vlakove vezati za postojeće trigonometre, koji su manje ili više udaljeni od korisnog prostora izmjere.

Današnje metode rada u geodetskoj službi omogućuju da dobijemo stalne tačke ne samo na vrhovima i grebenima nego i na enklavama, na prostoru duž međa šuma sa poljoprivrednim zemljištem, duž željezničkih pruga, vodotoka itd. u povoljnoj gustoći.

Iznijet ćemo jedan primjer iz Gorskog Kotara.

Kad se u g. 1957. pristupilo aerosnimanjima doline rijeke Kupe sa njenim okolišem i Šumarski fakultet u Zagrebu dočekao je — za svoj šumski objekt između Delnica i Skrada — pripravan te radove. U god. 1956. postavljena je po Šumarskom fakultetu i opservirana, te sračunata trigonometrička mreža 3. b i 4. reda na području između Broda na Kupi Ravne Gore, te Skrada i Delnica. Ukupno je postavljeno gotovo 40 novih trigonometričkih tačaka, koje su za aerosnimanje bile i signalizirane. Iz t. f. 10. elaborata triangulacije sistematizirani podaci o položajnoj tačnosti novo određenih trigonometričkih tačaka pokazuju da je tačnost položaja tih tačaka u prosjeku  $m_p = \pm 4$  cm. Srednja pogreška obostrano određenih visinskih razlika iznosi  $\pm 3,5$  cm na 1 km. Trigonometričke tačke te mreže raspoređene su većinom po vrhovima. A očekivala su se detaljna geodetska snimanja (ograničenje šuma i reambulacije) po vanjskoj međi šumskog objekta dugačkom gotovo 100 km, koja prolazi dolinama, stranama, klancima i sl. Očito je bilo da postavljena trigonometrička mreža po svom rasporedu, koji izgleda nije mogao biti bolji, nije takova da bi omogućila što jednostavnije i neposrednije vezivanje vlakova. Stoga smo na perifernim područjima, te na šumskim enklavama odabrali prikladna mjesta za naknadne tačke, iste podzemno stabi-

\* ŠF = Šumarski Fakultet Zagreb — Maksimir.



Sl. 1

lizirali, a nadzemno signalizirali za aerosnimanje u mjerilu 1 : 17.000 krugovima ili kvadratnim bijelo oličnim pločama (sl. 1.).

Restitutor (na autografu A-7 je dobio zadatak da prigodom izrade topografskog plana predmetnog područja u mjerilu 1 : 5.000 odredi zemaljske koordinate i visine signaliziranih naknadnih tačaka.

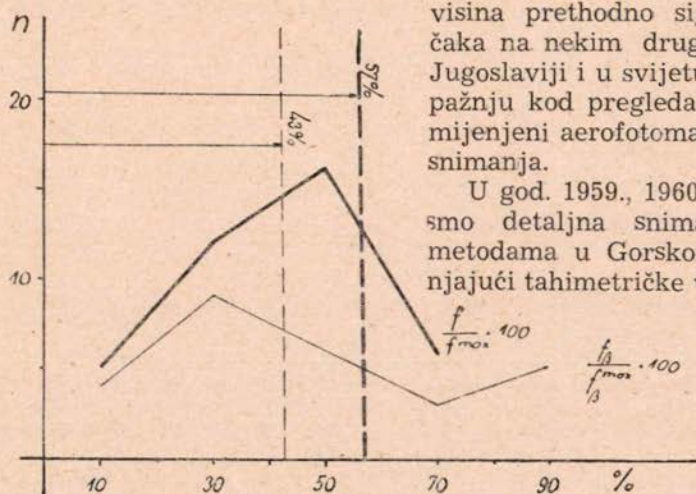
Kolikogod je tačnost zadanih orijentacionih tačaka — kako je spomenuto — razmjerno dobra, njihov broj i raspored za neke stereomodele nije bio optimalan što je djelomično uvjetovala i specifična razvedenost terena. Restitutoru je većinom stajao na raspoloženju po modelu bar teoretski minimalan broj orijentacionih tačaka. Prema tome većinom se moglo obaviti kartiranje uz priključivanje modela na model, koji su svaki za sebe prethodno apsolutno orijentirani po zadanim orijentacionim tačkama. Svaki je model imao orijentacionih tačaka, no neki možda samo 2 ili 3. Na dva mjesta u zadatku se moralo pristupiti nanizavanju modela čime se nije išlo daleko (3 ili 4 modela). U stvari bila je tu provedena neka vrsta aeropoligonizacije. U tim slučajevima unutar cjeline od 3 ili 4 modela čitane su koordinate i visine na autografu i za signalizirane naknadne tačke. Transformacija koordinata autografa u zemaljske koordinate (krajem god. 1959.) izvršena je također unutar te cjeline bliskih modela. Mjerilo modela kod kartiranja iznosilo je 1 : 10.000, a kod aeropoligonizacije 1 : 6.666.

Pred nama je stajao na području između Delnica i Skrada sistem od oko 100 novih tačaka, koje će nam služiti za daljnje terestričke geodetske radove. Zanimala nas je tačnost dobivenih koordinata i visina. Prvi test je učinjen u god. 1958. kad je desetak od spomenutih signaliziranih naknadnih tačaka određeno po položaju i visini paralaktičnom poligonometrijom oslonjenom na zadane trigonometričke tačke. Relativna linearna tačnost primijenjenih (četiriju) vlakova izražena je kvocijentima

$\frac{1}{7.000}$	$\frac{1}{11.000}$	$\frac{1}{30.000}$	$\frac{1}{45.000}$
-------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Zadatak i izvršač	Fotomateri- jal i mjerilo	Restitucioni instrument	Položajna tačnost		Visinska točnost		Broj komparacija
			+ m <sub>p</sub>	±	+ m <sub>h</sub>	±	
Betgam Irschej (Čvicarska)	ploče Aviotar 1:7 000	Wild A-5	6	0,05 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> h	13	0,11 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> h	570 (m <sub>p</sub> ) 111 (m <sub>h</sub> )
Katastarska izmjera Malvaglia A. Pastorelli	ploče Aviotar 1:6 500	Wild A-5	11	0,10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> h	—	—	91
Zalesina G. Kotar AGG fak. Zgb.	film Aviotar 1:17.000	Wild A-7	44	0,12 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> h	28	0,53 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> h	8 (m <sub>p</sub> ) 7 (m <sub>h</sub> )
Ispitivački poligon kod Beograda Zavod za foto grametriju, Beograd	ploče Aviogon 1:12.000	Wild A-5	21	0,17 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> h	29	0,24 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> h	1058 (m <sub>p</sub> ) 470 (m <sub>h</sub> )
Revizija britanske topografske karte 1:2500 Ordnance survey Chessington	film 1:7.750	Stereokom- parator	65	0,034 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> h	—	—	29

Iz trećeg retka priležeće tablice izlazi da je položajna tačnost koordinata ispitanih naših signaliziranih tačaka u prosjeku  $\pm 0,44$  m, visinska tačnost  $\pm 0,28$  m. Priležeća tablica daje podatke o tačnosti koordinata i



Sl. 2

visina prethodno signaliziranih tačaka na nekim drugim zadacima u Jugoslaviji i u svijetu. Obratiti treba pažnju kod pregleda tablice na primijenjeni aerofotomaterijal i mjerilo snimanja.

U god. 1959., 1960. i 1961. izvršili smo detaljna snimanja klasičnim metodama u Gorskom Kotaru oslanjajući tahimetričke vlakove na foto-

grametrijski određene naknadne tačke. Da bismo mogli uputiti na uporabivost tih naknadnih tačaka na zadatku Zalesina analizirali smo 39 poligonskih vlakova, koji su na oba kraja (njih 19) ili samo na jednom kraju priključeni na zadane fotogrametrijske naknadne tačke. Ti su vlakovi opservirani teodolitom Zeiss Th-IV (400<sup>e</sup>). Dužine su mjerene tahimetričkom trometarskom vertikalnom letvom. Kod opservacije poligonskih kutova koristili smo centrirani rub cm skale letve. Iz grafikona u sl. 2 vide se rezultati analize.

Kutna odstupanja u 29 vlakova (koliko ih ima obostrano kutni priključak) iznose u prosjeku 43% od maksimalno dozvoljenog

$$\frac{f_{max}}{\beta} = 1,85 \sqrt{\frac{c}{n}}$$

Dva vlaka su prekoračila iznos  $\frac{f_{max}}{\beta}$  Tanka izlomljena crta u sl. 2. daje frekvenciju (broj vlakova) obzirom na konkretne iznose  $\frac{f \cdot 100}{f_{\beta}^{max}}$  Deblja

linija daje takvu frekvenciju za 39 vlakova obzirom na iznos  $\frac{f}{f_{max}} \cdot 100$ .

Linearna odstupanja iznose u prosjeku 57% od maksimalno dozvoljenog

$$f_{max} = 3 (0,0060 \sqrt{[d]} + 0,0004 [d] + 0,05).$$

### Zaključak

Iz prethodno izvršene analize tačnosti položaja i visina naknadnih tačaka određenih fotogrametrijskim metodama nazire se:

1. u području brdsko planinskog tipa zemljišta trebalo bi prigodom aerosnimanja odabrati, stabilizirati i za aerosnimanje signalizirati naknadne tačke, koje mogu služiti za dopunsku geodetsku izmjeru odnosno za održavanje izmjere kao što je to slučaj na pr. i u Švicarskoj ili Vel. Britaniji. Prigodom restitucije treba tim tačkama odrediti zemaljske koordinate, iz koordinata autografa.

2. Poželjno je da mjerilo snimanja bude po mogućnosti što veće, (oko 1 : 10.000), te da bude dovoljno povoljno raspoređenih orijentacionih tačaka. Izgleda da bi se dovoljno tačnost za brdske terene mogla postići i filmom.

3. Ispitivanje predmetne tematike trebalo bi nastaviti prateći recentna aerosnimanja u zemlji.

### LITERATURA:

- Shewell H. A. F.: The use of the Cambridge Stereocomparator for air triangulation. The Photogrammetric Record I (1953.) 35 . . . . 58.  
 Jakšić Z.: Prilog ispitivanju tačnosti fotogrametrijskih metoda za izradu planova u krupnim razmerama (Savez geodetskih društava FNRJ) Split 1955.  
 Härry H.: Genauigkeitsnachweis und Kostenfragen zur photogrammetrischen Grundbuchvermessung Malvaglia (Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie) 1953. 177—1860.  
 Fischer W.: Die Anwendung der Photogrammetrie in der Instruktionszone II der schweizerischen Grundbuchvermessung (Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie) 1959. 2 . . . . 16.