

Ing. F. Braum — Zagreb

Fotogrametrijski tjedan 1951. u Münchenu

U mjesecu IX.—X. 1951. održana je nakon prekida od 11 godina ponovo »Photogrammetrische Woche« (fotogrametrijski tjedan), i to ovaj puta u Münchenu. Organizator priredbe bila je Tehnička Visoka Škola u Münchenu i firma Zeiss-Aerotopograph (=ZA), München. Učestvovali su mnogi njemački i neki inozemni fotogrametrijski stručnjaci. Istovremeno bila je sazvana glavna godišnja skupština Bavorskog geodetskog društva i Njemačkog društva za fotogrametriju, organizirana geodetska izložba, te posjet kartografskom Institutu Karl Wenschow i tvornici Zeiss-Opton i Zeiss-Aerotopograph u Oberkochenu.

Donosimo fragmentarni prikaz obrađivanih tema.

I. Instrumentalni dio.

Mnogo vremena bilo je posvećeno novom instrumenatriju firme Zeiss-Aerotopograph.

Stereoplanigraph. Firmi Zeiss-Aerotopograph, München uspjelo je da proizvede novi tip svog poznatog stereoinstrumenta Stereoplanigrapha: C7. Iako na tom tipu nema principijelnih promjena ipak je provedeno niz poboljšanja, koja redom navodim:

Maksimalni koristi format snimke, koji je kod prijašnjih tipova Stereoplanigrapha kao i ostalih odgovarajućih stereoinstrumentata iznosio 18×18 cm, povećan je na 24×24 (9×9 in.). Iako je to povećanje imalo naročito u vidu bolju primjenu Stereoplanigrapha u anglo-američkim zemljama, gdje se mnogo koristi taj format, smatram da je to poboljšanje i za nas od velike važnosti iz razloga, što je širokokutna optika u zadnje vrijeme ponovo — zahvaljujući vjerojatno mnogo tkzv. T-oblogu — mnogo napredovala. Time je kod dosadanih žarišnih daljina omogućena primjena većih formata. Tako sama firma Zeiss-Aerotopograph priprema novi tip širokokutne aerokamere formata 24×24 cm, $f = 15$ cm, koja ne bi bila opterećena distorzijom, dok je firma Wild već izašla na tržište sa širokokutnim objektivom Aviogonom, kojem se priznaje praktički nedeformirano preslikavanje, velika oštrina, briljantnost i svjetlosna izjednačenost diljem formata. Napominjem da prednost ovakove kvalitetne širokokutne optike kojom se obuhvaća veća površina ne bi bila samo ekonomske naravi (manji broj snimaka i orijentacionih točaka, relativno manji postotak, koji otpada na neproduktivni dio izmjere t. j. na orijentaciju snimaka), već bi kod kvalitetnih i nedeformiranih širokokutnih snimaka bili povoljniji uvjeti za točnost kako relativne orijentacije tako i apsolutne orijentacije, te uslijed većeg bazisnog odnosa (baza: relativna visina lijeta, presjek odgovarajućih parova zraka!) i za točnost samog fotogrametrijskog određivanja detalja.

Bogati izbor mjeračih marki omogućuje prilagođivanje kako vrsti izmjere tako i karakteru fotografske reprodukcije. Za vučenje slojnica i topografske svrhe postoje dvije mjerače kružne marke raznih veličina. Za viziranje signaliziranih točaka stoje na raspolaganju prstenaste marke u tri veličine. Sa tim izborom naročito prstenastih marki pruža se ne samo mogućnost da signal uviziramo koncentrično odnosno simetrično, već i da podesimo međurazmak između mjerače marke i signala na onaj iznos koji u dotičnom

slučaju daje najveću točnost. Prstenasta marka omogućuje osim toga manje dimenzije signala. Ta je mogućnost naročito važna za katastarske svrhe i za aerotriangulaciju, a da uvidimo koliko se time dobiva na točnosti, ja bih sa svoje strane upozorio na poznatu pojavu iz geodetskog mjerenja: kod viziranja preko niti postoji za golo oko točnost od kojih 60", dok se simetričnim viziranjem recimo jedne crtice između dvostruke niti pri optimalnom međurazmaku postizava golim okom točnost od cca 3,4". Jasno je da tu postoji analogija sa točnosti koja se postizava u fotogrametriji sa pokrivanjem odnosno koncentričnim viziranjem mjerene točke pomoću mjerачe marke.

Osim toga moguće je mjerачu marku proicirati u bijelom, zelenom, žutom i crvenom svjetlu, te regulirati intenzitet njene svjetlosti. Time se može postići optimalan kontrast između mjerачe marke i okoliša mjerene točke na modelu, koji je kontrast i kod crnobijele fotografije vrlo važan. Mnogo veća ovisnost točnosti o tom kontrastu postoji kod kolorsnimaka, te bi tu moguću izbor komplementarnih kombinacija (na pr. crvena marka na zelenoj travi) znatno utjecao na točnost stereoskopske koincidencije.

Taj se bogati izbor mjerачih marki dobije na taj način, da se mjerачe marke ne nanesu materijalno na zrcalu, već na njega proiciraju.

T-oblog optike kako je poznato mnogo smanjuje svjetlosne gubitke i nepoželjne reflekske. Iako veliki broj optičkih dijelova u stereoskopu Stereoplanigrapha ne može izazivati nikakvih sistematskih pogrešaka, jer se mjerni tok završava već na mjerачoj marki, sa kojom se proicirana točka sa snimka fuzionira, ipak je baš zbog tog velikog broja sa T-oblogom mnogo dobiveno na svjetlosti i kontrastu slike, koja se pruža očima.

Daljnja su poboljšanja jednostavan prelaz od izmjere pozitivna na izmjeru negativna, brzi z-pogon pri orijentaciji jako brdovitog zemljišta i jedinstveni rasvjetni uređaj za sve tipove projektora.

Za točnost jednog visinskog postavljanja dobio sam kod optimalnog izbora mjerачe marke i njenog intenziteta iznos od cca 20 μ .

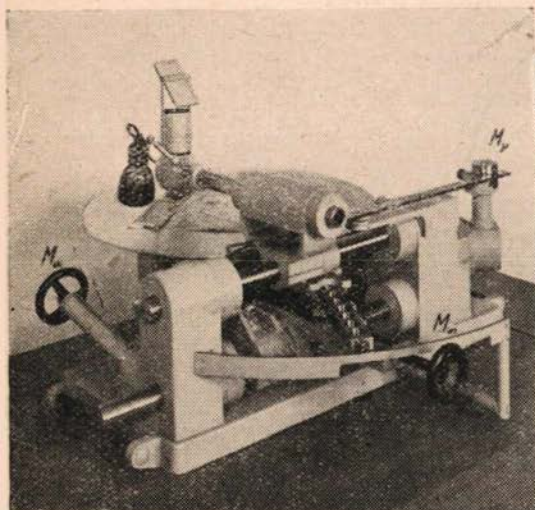
Predviđena novost na budućim izvedbama je automatsko registriranje koordinata, pri čemu se automatski vrši i zaokruživanje zadnje decimalne. Time se automatski dobiva važan ispunjen formular i izbjegavaju pogreške očitavanja i zabilježavanja. To će biti vrlo važno za katastarsku izmjeru i aerotriangulaciju. Nadalje su predviđena pregledna brojila za postave orijentacionih elemenata, koja su lako čitljiva sa položaja restitutora.

Radialsekator. Taj je instrumenat konstruiran za pripremne radove na razreznoj radialtriangulaciji. Razrezna se radialtriangulacija sastoji u tome, da se smjerovi prema postranim pomoćnim i orijentacionim točkama markiraju radialnim razrezima, a presjekom određeni položaj mehanički materijalizira svornikom (bolcnom) provučenim kroz sva tri razreza (sl.). Priključivanjem snimaka istog niza kao i priključivanje pojedinih nizova pojavljuju se uslijed neizbježivih pogrešaka posmične tangencijalne sile i momenti, pri čem taj elastični sistem prigodom uspostavljanja ravnoteže ima svoja čvrsta uporišta u orijentacionim točkama. Maleni pomaci i zakretaji, koji su izazvani tim silama, omogućeni su širinom i dužinom razreza. Na taj način nastaje jedno mehaničko zajedničko izjednačenje unutar kompleksa snimaka od svih nizova (sl. 1), nakon kojeg se kroz šuplju osovinicu svornjaka direktno pikira dobiveni položaj pomoćnih i glavnih odnosno nadirnih točaka na podlogu. Da smanje trenje Amerikanci upotrebljavaju specijalni navoštteni papir. Ovakav način izjednačenja je naročito pogodan, ako se radi ne o izjednačenju jednog

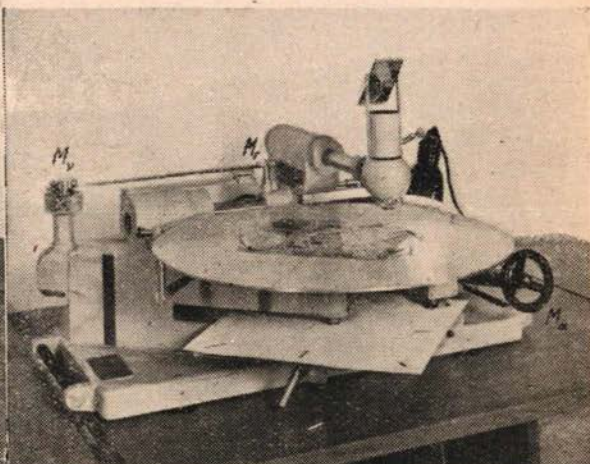
niza, koje bi bilo jednostavno i lako provesti analitički ili grafički, već kada se radi o izjednačenju povezanih nizova. U potonjem slučaju analitički i grafički način vrlo bi komplicirali problem korištenja kontrolnog područja dobivenog poprečnim preklapanjem nizova, dok se taj problem jednostavno i brzo rješava na opisani način mehanički. Za točnost ovako dobivenih položaja navode se slijedeći podaci:

apsolutna točnost $0,4 \text{ mm} + 0,6\%1$ ($1 = \text{razmak orijentacionih točaka}$)
 unutrašnja točnost $0,4 \text{ mm} + 0,1\%1$

Da mehaničke sile ne bi izazvale izvitoperenje snimaka, ti se razrezi nanose krutom formatu snika, u koju svrhu može služiti ili faktički snimak na korektostatpapiru ili šablonske ploče iz presovane ljepenke, lima i sl. Iz tog je razloga radialektor (sl. 1 i 2) građen na dva kata. U prvom je katu horizon-



Slika 1

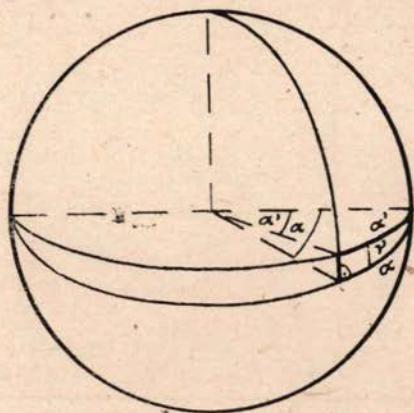


Slika 2

talni limb, na koji dolazi snimak. Da bi se izbjegla deformacija papira, taj je snimak također uputno izraditi na korektostatpapiru. Pomoću kotačića M_a dovode se pojedini azimutalni smjerovi pod vizurni uređaj, a odgovarajući azimutalni smjerovi šablone ili korektostata pod štancu. Taj se vizurni uređaj pomiče radijalno pomoću M_r , a pomak očita na odgovarajućem razmjerniku. Nakon što je preko zrcala uvizirana točka na snimku izbuši se pritiskom na pedal sa štancem u donjem katu odgovarajući razrez, čija širina iznosi cca $0,35 \text{ cm}$, u kojoj je širini uzet u obzir i promjer svornjaka.

Kako je poznato radijalna triangulacija odnosno smjerovi iz glavne točke teoretski su ispravni za slučaj nadirnog t. j. strogo vertikalnog snimka. Ako su snimci opterećeni stanovitim, obzirom na tehniku snimanja dakako malenim, nadirnim otklonom (otklon osi snimanja od vertikale), onda smjerovi iz nadirne točke ostaju doduše neovisni o visinskim razlikama zemljišta, ali

su ipak opterećeni pogreškama, koje slijede zakon $d\alpha = \frac{1}{4} v^2 \sin 2\alpha$ (analogno mjeranju smjerova na nehorizontalnom limbu teodolita). Obzirom na taj izraz rotacija se limba kod radialektora sa dvostrukom brzinom prenosi na rotaciju jedne osovine, kod koje se namjesti ekscentričnost, koja odgovara vrijednosti nadirnog odklona ($M\nu$). Time lineal doživljava oko svoje rotacione osovine korekcije zakretaja, koje on u obliku tangencijalnog pomaka vizirnog uređaja prenosi na snimak, čiji se nadir postavlja u centar limba, a glavna vertikala u smjer $100^\circ/300^\circ$. Time se azimutalni smjerovi mehanički redresiraju. Osim te azimutalne korekcije potrebna je za slučaj nadirnog odklona i stanovita radijalna korekcija, koja se u ovisnosti od veličina ν , α i r (radijalna udaljenost) određuje tabelarno i nanosi pomoću M_r . Poznavanje nadira a time i glavne vertikale moguće je na pojedinačnim snimcima, ako je aerooprema



$$\cos \nu = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha'$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha' \left(1 - \frac{\nu^2}{2} + \dots\right)$$

$$\operatorname{tg} \alpha' - \operatorname{tg} \alpha = \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} = \operatorname{tg} \alpha' \cdot \frac{\nu^2}{2}$$

$$\alpha' - \alpha = d\alpha = \frac{\nu^2}{4} \sin 2\alpha$$

Slika 3

snabdjevena horizontkamerom, solarnavigаторom ili žiroskopskim uređajem za markaciju nadira (vidi Geod. list, 1951, br. 1—3, str. 78—79 i Geod. list 1950, br. 10—12, str. 342). Da bi se ta radialtriangulacija mogla vršiti i u drugim mjerilima nego u kojim je vršeno snimanje moguće je pomoću kotačića M_m pomicati poduporu jedne poluge, koja uslijed toga sa svojim završnim kotačićem kruži po svojoj lučnoj podlozi. Time se djeluje na radijalnu udaljenost štanice i vrši relativni pomak štanice prema vizurnom uređaju. Posebna korekciona krivulja služi za to, da bi se kod snimaka snimljenih sa objektivom Pleonom kompenzirala njihova deformacija.

U vrijeme priredbe nije još bila dovršena proizvodnja automatskog redresera SEG V i nove konstrukcije Stereopantometra kod kojeg je moguće izjednačavanje mjerila za niže i više slojnice.

II. Metodički dio.

Jasno je da je općenito u fotogrametrijskim metodama njemački udio poslije rata trpio uslijed ratnih pustošenja, poslijeratnih rekviracija i zabrane letenja i snimanja. Kako se s jedne strane njemačka fotogrametrijska industrija ponovo podigla i ponovo dozvoljeno aerosnimanje, to se s punim pravom u tom pogledu očekuje pojačani udio Njemačke u razvoju i izgradnji fotogrametrijskih metoda.

Navigacija. Naročito interesantan i relativno nov bio je problem navigacije (predavač: ing. F. L. Corten).

Za održavanje smjera konstruiran je solarnavigator. On sadrži dvije fotoćelije na jednoj osovini, koja je paralelna sa ekvatorijalnom osovinom. Pomoću zrcala hvata se sunčana svjetlost u fotoćeliju i registrira na galvanometru. Kod solarnavigatora sunčana svjetlost treba zapravo pasti između dvije fotoćelije, čija se orijentacija za vrijeme snimanja korigira pomoću satnog mehanizma. Odstupanjem od tog smjera svjetlo upadne u fotoćeliju i izazove otklon galvanometra. Točnost u održavanju smjera iznosi $1/4^{\circ}$.

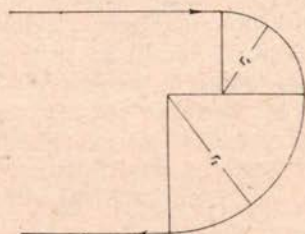
Određivanje nagiba kamere pomoću Santonijevog solarperiskopa vezano je na prilično komplicirani instrumentarij. Žiroskopsko određivanje nadira nailazi na poteškoće kod netočnog održavanja kursa. Fairchild K 17 je navodno opterećen sa nadirnim otklonom od cca $10'$. Sam Fairchild garantira za maksimalnu pogrešku od $20'$.

Brucklacher je u diskusiji iznio svoja ratna iskustva, koja su vrlo bogata.

On je sa žiroskopskim derivometrom postizavao $\frac{1^{\circ}}{2}$ u određivanju smjera vjetra

i $\pm \frac{1}{2}$ km/sat u određivanju brzine vjetra. Ulijetanje iz smjera za snimanje

jednog niza snimaka u projektirani smjer za drugi niz regulirano je pomoću Siemensovog uređaja za brzinu zakretanja, pomoću kojeg možemo održavati konstantnu brzinu zakretanja od 1° , 2° i 3° pro sekundu. Iz projektiranog plana snimanja poznata je i duljina luka između jednog i drugog kursa kao i pripadajući kut. Kod određene brzine aviona određen je i vremenski inter-

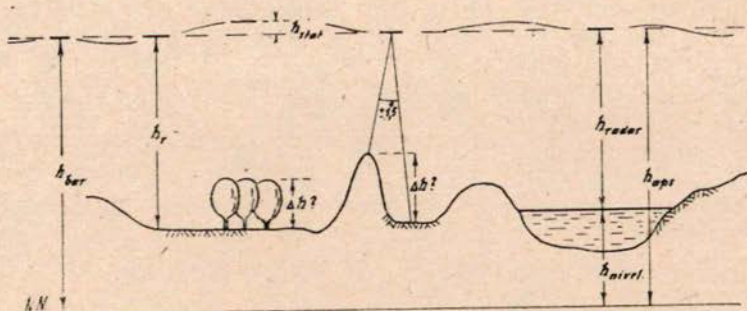


Slika 4

val u kojem treba uslijediti prelaz, a time i brzina zakretanja. Prelaz može biti i sastavljen iz lukova razne zakrivljenosti (sl. 4). Točnost održavanja projektiranih razmaka iznosila je 200—300 m. Držim da je ta točnost uglavnom neovisna o visini lijeta i time prikladnija za veće visine lijeta.

Posebno poglavlje sačinjavaju metode određivanja dužina i položaja na osnovu brzine elektromagnetskih valova, koje se određivanje može koristiti u navigacione svrhe.

Dobivene udaljenosti odnose se na put elektromagnetskih valova, te su one prema tome zbog nejednake visine stanice na zemlji i u avionu kose, a zbog nehomogenosti atmosfere zakrivljene. Stoga je dobivene rezultate potrebno reducirati i korigirati. U svrhu redukcije mora biti poznata visina stanice u avionu i odgovarajuće stanice na zemlji. Visina stanice u avionu određuje se barometarski pomoću statoskopa ili također pomoću radara. Pri tom se vertikalno usmjereni elektromagnetski mikrovalovi pod uskim kutem odašilju iz aviona i reflektirani od zemlje ponovo hvataju. Postoje automatski indikatori za profil nadlijetanog zemljišta P. P. R. Statoskopsko i radarsko određivanje visine uspješno se nadopunjuju. Sa statoskopom se određuju visinske razlike aviona prigodom lijetanja, a sa radarom relativne visine iznad zemlje. Ako profil sadrži kakvu čistu ravnicu ili kakvo jezero poznate apsolutne visine (sl. 5),



Slika 5

onda se sumiranjem odgovarajuće relativne i apsolutne visine može dobiti apsolutna visina lijetanja i time čitavi profil vertikalno orijentirati. Ako nam stoje na raspolaganju dva ili više jezera, možemo odrediti i nagib barometarske niveau-plohe odnosno visine pojedinih izobara. Cijena ovakvog indikatora iznosi cca 10.000 \$. Vertikalno usmjereni valovi teoretski ne podliježu refrakciji a i prilike refleksije na zemlji su povoljne, te je točnost radarom određivanih visinskih razlika relativno velika. U USA dobivena je sa visine od 6000 m točnost od $\pm 1,5$ m. Međutim obzirom na kutni otvor od $1,5^\circ$ mora se računati i sa stanovitim pogreškom u vertikalnosti registriranih valova. Osim toga refleksija može umjesto na zemlji uslijediti na šumi ili zgradi (sl.). Te nesigurnosti povećavaju pogrešku radarski određivanih visina na cca ± 6 m.

Za određivanje položaja i visine snimališta potrebno je dakako, da se odgovarajući podaci, koji se odnose na moment ekspanze, fotografski registri- raju sinhrono sa snimanjem terena.

Sa elektromagnetskim valovima moguće je proicirati u prostor koordinatnu mrežu pomoću koje se određuje navigacija, te u danim momentima elektromagnetskim impulsima izazivaju ekspanze sve prema projektiranom planu. Prednost tih postupaka dolazi naročito do izražaja kod snimanja pro-

stranih slabo poznatih površina, gdje je kontaktna navigacija prema zemljišnim pojedinostima otežana jedno time da područje oskudijeva na poznatim pojedinostima a drugo time da se snimanje vrši sa velikih visina sa kojih je razaznavanje slabo. U takovim slučajevima mogu se dobiveni podaci koristiti i pri vanjskoj orijentaciji snimaka za prostorni položaj snimališta pridavajući im veću ili manje težinu već prema duljini poteza bez orijentacionih točaka, točnosti podataka i raspoloživim drugim podacima. Sa usavršavanjem instrumentarija može se očekivati i veća točnost, koja međutim ima zbog nedovoljno poznatih uvjeta atmosfere i nekih drugih razloga svoje granice. Kako se korišteni elektromagnetski valovi ne šire u vakuumu već u nehomogenom zračnom mediju, brzina elektromagnetskih valova ne ostaje niti jednaka niti konstantna, a smjer se njihovog širenja iskrivljuje. Stoga dobivene vrijednosti treba korigirati zbog utjecaja te nehomogenosti, u koju bi svrhu trebalo poznavati veličinu i rasporedaj temperature, pritiska i vlage diljem korištene atmosfere. Momentalne vrijednosti tih elemenata nisu niti kod opsežnih mjerenja poznate sa dovoljnom točnosti, tako da se i veličina točnosti samog poznavanja brzine svjetlosti reducira od 1 : 100.000 na 1 : 40.000 do 1 : 200.000. Iz tih razloga nema izgleda, da bi ti postupci mogli poslužiti i za određivanje prostornog položaja snimališta u preciznoj fotogrametriji. Iako se važnost ovih postupaka naglašava za ekstenzivna snimanja, mislim da su ti postupci vrlo interesantni i za snimanje kulturnih zemalja, jer se već sa danas postizavanom točnosti može polučiti pravilniji i sigurniji rasporedaj kako između snimaka pojedinog niza, tako i između pojedinih nizova snimaka. Time bi se moglo:

1. reducirati poprečno preklapanje snimaka
2. eventualno nešto reducirati uzdužno preklapanje snimaka
3. reducirati broj orijentacionih točaka
4. predvidjeti za pojedine stereoparove najprikladnije smještene orijentacione točke, te ih unaprijed po potrebi signalizirati eventualno i snimiti.

Sa momentom 1. povećala bi se ekonomičnost, jer bi bio potreban manji broj snimaka odnosno nizova, i jer bi se orijentacija stereopara kao neproduktivni dio posla odnosila na veću površinu, koju treba izmjeriti u dotičnom stereoparu, dakle na veći kompleks produktivnog posla.

Sa momentom 2. postigao bi se nešto manji broj snimaka u jednom nizu, a osim toga povećao i bazisni odnos, a time i točnost izmjere. Međutim treba imati na umu, da uzdužno preklapanje nije ni izdaleka tako bolno pitanje kao poprečno preklapanje, jer se ono regulira pomoću kinederivometra, pa se postotak sigurnosti (10—15%) može uzeti mnogo manji nego kod poprečnog preklapanja (25%). Osim toga tu se ne smije ići do krajnosti, da slike susjednih glavnih točaka ne bi došle previše na rub snimka. Prema tome pitanje prikladnosti reduciranja uzdužnog preklapanja treba još biti podvrgnuto točnijem proučavanju.

Redukcija orijentacionih točaka bila bi moguća jedno uslijed toga, što bi broj snimaka uopće postao manji, a drugo jer bi za razliku od dosadanjeg općenito nepravilnog razmještaja snimaka jednog niza prema snimcima susjednik nizova (sl. 6) imali pravilan razmještaj, t. j. snimci bi u svim nizovima imali jednako uzdužno dosizanje (sl. 6), pa bi kod stereoizmjere ili redresiranja prikladan razmještaj rubnih orijentacionih točaka sa snimke jednog niza bio kao takav korišten i za snimke susjednog niza.

Sa momentom 4. izbjegla bi se dosadanja neugodnost, da kod unapred signaliziranih točaka obzirom na nepredvidivo zahvaćanje snimaka nije mogao biti pogodan najprikladniji razmještaj, dok je kod naknadno odabranih orijentacionih točaka na temelju proizašlih snimaka odnosno stereoparova trpila definiranost orijentacione točke.

Kvantitativno htio bih to opravdati sljedećim brojkama:

Uzmimo za točnost određivanja položaja snimališta prigodom snimanja ± 50 m, a za iznos dosadanjeg uzdužnog i poprečnog preklapanja 60 (za ne prevelike visinske razlike i 25%; razmotrimo slučaj mjerila snimanja 1:10.000, pri čem za normalnu kameru RC 5 Wild imamo žarišnu daljinu $f = 21$ cm, relativnu visinu lijeta 2100 m snimljenu površinu 1700×1700 m i bazu snimanja $\frac{2}{7} \cdot 2100 = 600$ m.

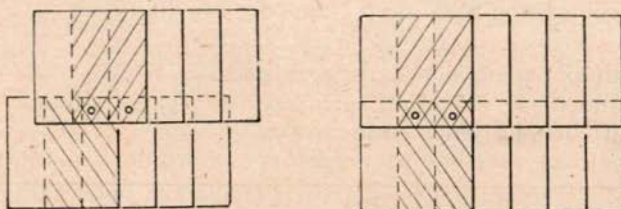
Sigurnosno preklapanje za taj slučaj iznosi:

u uzdužnom smislu obzirom na povezivanje stereoparova

10% od 1700 m = 170 m

u poprečnom smislu obzirom na povezivanje nizova 25% od 1700 m = 425 m

Iz ovih brojki vidimo, da bi se obzirom na točnost navigacije koja se bazira na izmjeri duljina pomoću brzine elektromagnetskih valova mogla reducirati sigurnosna preklapanja.



Slika 6

Primjena fotogrametrije u katastru i komasaciji. Interesantan referat održao je u tom pitanju austrijski hofrat Neumaier o rezultatima u Austriji. Kako referat još nije objavljen, to su moguće još stano-vite korekture.

Signalizacija graničnog kamenja izvršena je ličenjem njegove gornje plohe sa smjesom vapna i nitrolaka. Trajnost ovakve signalizacije bila je tolika, da se 80% točaka vidjelo još nakon dvije protekle zime. (Po njemačkoj primjedbi vršena je u Hessenu signalizacija sa gipsom, koji je otporniji protiv vremenskim uplicima nego vapno; po točki bilo je potrebno 200 g, ukupna cijena (materijal, dovoz, plaća i td.) 0,05 DM; dimenzije kružnog signala za granične točke 40 cm, a za orijentacione točke 60—80 cm). Prema austrijskim propisima granične su točke markirane graničnim kamenjem presjeka 10×10 cm i 12×12 cm. Nastojalo se izaći bez posebnih znakova, već samo oličenjem gornje površine graničnih kamenova, i prema tome odabrati relativnu visinu lijeta. Te su markacije ostale vidljive sve do $M_s = 1 : 8000$. Granično kamenje kupuju u Austriji sami vlasnici, a kod spornog pitanja bilo je preuzeto faktičko stanje, tako da je stabilizacija iznosila 26% troškova, dok u Njemačkoj 40%.

Snimanje vršeno je sa visine koja je bila varirana od 800 do 1800 m, i to sa kamerama RC 7 Wild na ploče i RC 5 Wild na film. Kod minimalne visine snimanja od 800 m iznosila je brzina avionna 180—200 km/sat, te se dobilo oštre snimke sa duljinom ekspanze od 1/200 sek. Napominjem da bi kod navedenih podataka teoretski linijski rasip za $f = 170$ mm i $f = 210$ mm iznosio 56 odnosno 70 μ .

Orijentacionih točaka uzimalo se po šest za svaki stereopar. One su bile određene od trigonometrijskih otopčaka V. reda presjecanjem napred i presjecanjem natrag. Sve tri koordinate bile su dva puta sračunate.

Točnost izmjere. Izmjera je uslijedila na A5 i kartiranje vršeno u 1:1000. Za tu svrhu nije bila korištena mjeraca marka uobičajenih prividnih dimenzija od 40 μ , već manja mjeraca marka od 25 μ , koja je pri viziranju mogla biti sa optimalnom točnošću smještena centrično u gornju površinu graničnog kamena. U svrhu kontrole bilo je izmjereno 120 ha polarno sa Redtom i ortogonalno sa nivelmanskim određivanjem visina.

Ploče:

Za pojedine relativne visine dobivena je slijedeća položajna točnost:

relativna visina lijeta u m	položajna točnost u cm
800	4,8
1000	6,3
1400	7,8
1800	10,2

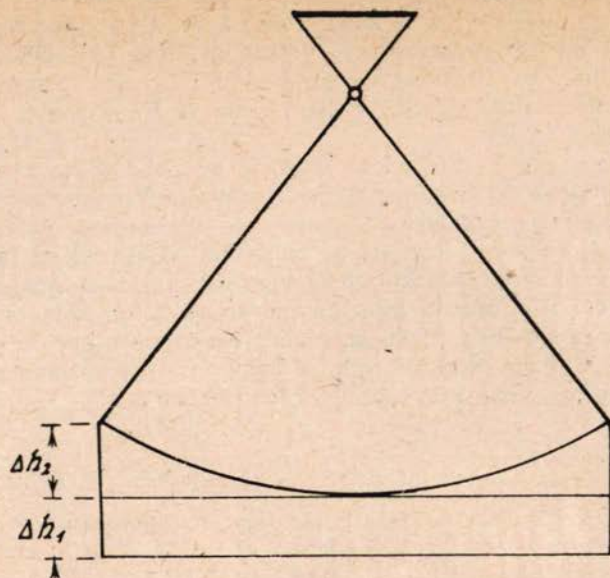
Iz toga proizlazi obzirom na točnost i ekonomičnost optimalna relativna visina lijeta od 1300—1350 m (to se slaže sa predratnim njemačkim pokusima u Gross-Maraunen kao i sa švicarskim iskustvom).

Mnogo su manje zadovoljavale visine. Iako nakon orijentacije visinske pogreške orijentacionih točaka nisu prelazile 4 cm, ipak su visinske pogreške graničnih kamenja dosizale i do 50 cm. S time u vezi pala je primjedba, da bi se ta deformacija mogla eventualno protumačiti utjecajem refrakcije, koja izaziva jače savijanje baš kod manjih visina lijeta Dr. Schwidofsky navodi, da se uslijed nejednake gustoće zraka, iskrivljuje optičko preslikavanje za jedan snimak prema slijedećoj slici (sl. 7):

h_{rel}	2000 m	8000 m
h_1	0,05	0,40
h_2	0,31	0,16
k	0,18	0,08

Prema tome i objektiv bez distorzije može dati deformirani model, te bi distorziju zapravo trebalo računati ne opsolutno obzirom na jedinstveni medij već obzirom na srednje prilike refrakcije, obzirom na neku srednju visinu lijeta, ili za specijalne svrhe obzirom na specijalno područje relativne visine lijeta. Tom prilikom nije bio ustanovljen kvantitativno utjecaj refrakcije za dotični slučaj.

Ta je visinska deformacija bila reducirana uključenjem posebne kompenzacione staklene ploče za Aviotar proizvedene od firme Wild, te se srednje visinske pogreške smanjilo od 15 cm na 6,3. Položajna točnost ostala je sa kompenzacionom pločom približno ista kao i bez nje.



Slika 7

Od 500 upoređenih dužina pokazalo je 7% veću pogrešku od 10 cm, pri čem je duljina dužina varirana između 7 i 160 m.

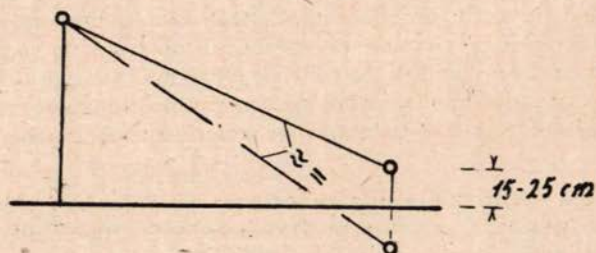
Film:

Bio je upotrebljen Kodakov film, a izmjera diapozitiva uslijedila je mjesec dana nakon njihove izrade.

Srednja položajna pogreška bila je cca 2—3 cm veća nego kod snimanja na ploče.

Sve koordinate bile su dvaputa očitane na brojilima stereoinstrumenta, uzeta njihova aritmetička sredina i naknadno izvršena transformacija koordinatnog sistema stereoinstrumenta u geodetski sistem.

Fotogrametrijskim određivanjem detalja pronalazene su nakon transformacije koordinata često i pogreške geodetskog kartiranja, tako na pr. kod ortogonalne metode znale su malene ordinate biti nanosene sa protivnim predznakom (sl. 8), što nije moglo biti spriječeno sa na sl. 8 naznačenim kontrolnim odmjeranjem jer su duljine od ispravne točke i do zrcaljenog položaja u prikazanom slučaju približno jednake, te time kontrola neefikasna.



Slika 8

Treba napomenuti da se konstatirane nesuglasice moraju djelomice pripisati i pogreškama geodetskog određivanja, te su nesuglasice između polarnog i ortogonalnog određivanja znale katkada biti i veće.

Računanje površina vrši se u Austriji po koordinatama, dok u Njemačkoj grafički, i to u mjerilu 1 : 2000 za ekstravilan i 1 : 1000 za intravilan.

Ekonomičnost i efekt. Sa fotogrametrijskom metodom smanjuje se vrijeme potrebno za snimanje starog stanja, koje se zna protegnuti i na 2—3 godine.

Pri računanju troškova geodetske izmjere uzete su kao baza cijene iz 1948. god., a za računanje troškova fotogrametrijske izmjere uzete su kao baza cijene iz 1951. god.

U Austriji uzima se za rascjepkanost parcela slijedeća jedinica:

1 jedinica odgovara jednoj parceli na 1 ha

— 2 jedinice odgovaraju dvim parcelama na 1 ha.

Kod dvije jedinice ustanovljena je kod fotogrametrijske metode ušteda od 50%, a kod 6 jedinica ušteda od 78%, pri čem je uračunata amortizacija aviona, stereoinstrumenta, kamere, troškova lijeta. Tako je jedan hektar kod 5 jedinica koštao kod fotogrametrijske izmjere 38—42 šilinga, a kod geodetske izmjere 105 šilinga. To se sve odnosi na mjerilo kartiranja 1 : 1000.

Kako je na jednom stereoinstrumentu moglo godišnje biti izmjereno 8—9000 ha, to se on amortizirao u godini i pol.

U svom predavanju »Photogrammetrische Katastermessung — Problemstellung und Erfahrung im Ausland« istakao je prof. dr. G. Lehmann, da se na točnost stavljaju različiti zahtjevi, već prema tome, da li se radi o poreskom katastru sa skromnim zahtjevima, o ekonomskom i planskom katastru, kod kojih zadovoljava i grafički katastar ili o vlasničkom katastru, kod kojeg su zahtjevi najveći, te se udaljenost poznatih točaka kreće između 80—100 m. U obrnutom smislu raste prikladnost fotogrametrijske metode.

U Francuskoj koristi se mjerilo 1 : 2500. Snimci dobiveni sa kamerom žarišne daljine $f = 50$ cm redresiraju se po »facette-ama«. Faseta predstavlja ravnu površinu poligonskog oblika, koja aproksimira dio zemljinog oblika. Srednja pogreška dužine iznosi cca 38 cm.

U Švicarskoj nije bilo vidljivo 0.5—1% signaliziranih graničnih točaka. Razmak orijentacionih točaka iznosio je 300—350 m. Nastojalo se smanjiti troškove određivanja orijentacionih točaka fotogrametrijskom metodom pomoću dvostrukog snimanja:

jedno snimanje u mjerilu 1 : 12.000 za određivanje orijentacionih točaka
drugo snimanje u mjerilu 1 : 6000 za izmjeru detalja.

Time se postigla redukcija:

orijentacionih točaka na $\frac{1}{4}$

troškova na $\frac{1}{10}$

ali i točnosti na $\frac{1}{2}$.

Mjerilo modela iznosilo je 1 : 3000—4000. Položajna točnost koordinata je za cca 20% veća od položajne točnosti istovremenog kartiranja.

L. smatra da je fotogrametrijskim načinom moguće topografsko održavanje katastra (Fortführung), ali ne granica vlasništva. Preslikavač Luftbildumzeichner, ZA ne smatra dovoljno točnim niti za topografsko održavanje.

Prof. dr. R. Finsterwalder u svom predavanju »Topographische und kartographische Probleme der Photogrammetrie« iznosi pogreške fotogrametrijske

izmjere, koje se baziraju na stereoparalaktičkoj točnosti na snimku od 20μ i razlučivajućoj moći od 30μ , te na poznatim fotogrametrijskim formulama. visinska pogreška stereoskopskog mjerenja:

$$m_h = dh = \frac{h^2}{bf} dp_x \approx \frac{3 \cdot 0,02}{200} h \approx \pm 0,3\%_0 h$$

položajna pogreška stereoskopskog mjerenja:

$$m_1 = \frac{m}{f} h + m_z = \frac{0,03}{200} h + m_z \approx \pm 0,15\%_0 h + m_z$$

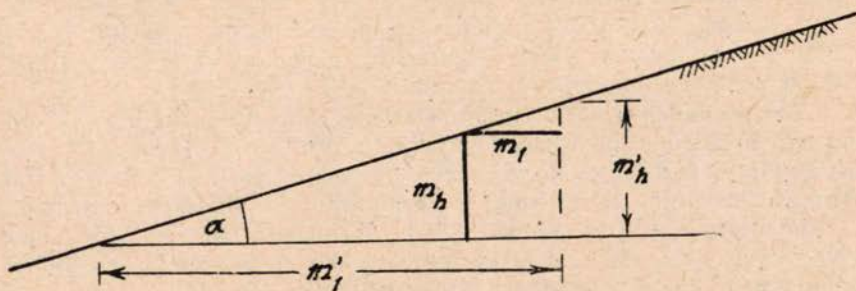
m_z . . . nesigurnost crtanja

visinska pogreška slojnice:

$$m'_h = m_h + m_1 \operatorname{tg} \alpha = 0,3\%_0 h + 0,15\%_0 h \operatorname{tg} \alpha \approx 0,3\%_0 h$$

položajna pogreška slojnice:

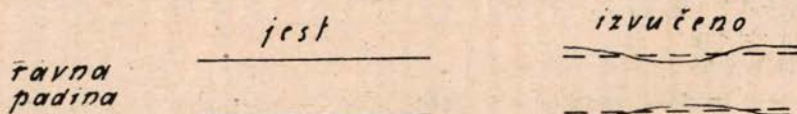
$$m'_1 = m_1 + m_h \operatorname{ctg} \alpha = 0,15\%_0 h + 0,3\%_0 h \cdot \operatorname{ctg} \alpha \approx 0,3\%_0 h \operatorname{ctg} \alpha$$



Slika 9

Utjecaj m_1 je relativno malen, pa se formule mogu aproksimirati, kako je gore učinjeno. Koeficienti se odnose na normalnu žarišnu daljinu (200 mm) i normalno vidno polje kamere.

Navedene pogreške vrijede za stereoinstrument I. vrsti, dok su za Multiplex pogreške tri puta veće. F. ne smatra dovoljnim mehaničko kartiranje snimaka na stereoinstrumentima, već smatra da su potrebne eventualne topografske korekcije (Topographische Überarbeitung). Kao primjer navodi pogrešan prikaz ravne padine uslijed tkzv. »diferencijalne nesigurnosti« (sl. 10).



Slika 10

Crtnano je naznačen rezultat mjerenja korigiran na osnovu subjektivnog stereoskopskog zapažanja zemljišnih oblika.

Vrlo povoljno djeluje, ako se dešifraža na osnovu povećanih snimaka vrši prije kartiranja i to sa strane samog restitatora. Na taj se način restitutor

upozna sa terenom, i restitucija može odmah uslijediti kompletno (osim dakako područja koje treba geodetskim metodama snimiti). U Austriji snimanje se vrši u 1 : 25.000 a dešifraža na povećanjima 1 : 10.000.

U mjerilu 1 : 100.000 može se teren prikazati bez generalizacije slojnica. U visokogorju ekvidistancija $\Delta h = 20$ m je pregusta za mjerilo 1 : 50.000. U Njemačkoj uzima se za visokogorje ekvidistancija $\Delta h = 40$ m za 1 : 100.000.

Dr. W. Pillewitzer u svom predavanju »Luftbild-Interpretation« navodi, da je za interpretaciju općenito potrebno mjerilo snimanja $1 : 30.000 < M^2 < 1 : 20.000$. Mjerilo općenito ne smije biti sitnije zbog čitljivosti ni krupnije zbog pregleda.

Poželjno je da se teren rekognoscira sa heliokopterom, da bi se došlo do ključa za pojedine pojave (ovdje se radi o primjeni fotogrametrije prvenstveno u geološke, geografske i sl. svrhe!).

Preporuča se direktno kartiranje na topografsku kartu, čime se odmah postizava geotopografska karta.

Fotogrametrijskim načinom mnogo je olakšano mjerenje nagiba slojeva; kod izmjere sa stereometrom na neredresiranim snimcima mogu nastati pogreške

Na snimcima dolazi do izražaja sadržaj i stanje zemljišta. Na pr.: bakrena masa privlači soli koje uništavaju vegetaciju; svojim tamnim tonom očituje se vlažnost zemljišta, koja je jedan važan moment za projektiranje građevina; na snimcima je moguće diferencirati vrste drveća i t. d.

W. v. Laer u svom predavanju »Die Photogrammetrie im Fortwesen« između ostalog upozoruje na mogućnost, da se na zimskim snimcima konstatiraju potištena crnogorična stabla. Pomoću infracrvenih snimaka potencira se razlika između crnogorice i bjelogorice, jer njeno lišće intenzivno reflektira infracrvene zrake. Na primjercima sam zapazio, da u tom pogledu postoji analogija sa snimcima, koji su snimljeni u jesen, kada lišće žuti, čime također biva potencirana spomenuta razlika.

Za šumarske svrhe snimanje se općenito vrši u mjerilu 1 : 15.000, koji se snimci redresiraju na mjerilo 1 : 5000. Za šumske profile potrebno je krupnije mjerilo snimanja cca 1 : 10.000. Redresirani snimci ne nadovezuju se u fotoplan zbog mogućnosti pogrešne interpretacije sastavnih linija.

Za skice i registriranje mnogo se u Njemačkoj koristi tanki »kontrastpapir«, kojeg proizvodi firma Kalle u Wiesbaden-Biebrich-u, Njemačka, amer. zona. To je ozalit papir sa suhim razvijanjem, koji za razliku od ostalih reproducira tonove. Iako nije dostignuta kvaliteta fotografije na uobičajenim fotopapirima, ipak je kod te vrste ozalitpapira postignut veliki napredak u reprodukciji tonova. Cijena papiru iznosi 4,5 \$ za rolu od 1×10 metara.

Veliki dio predavanja otpao je na projekciju krasnih stereoskopskih crno-bijelih i kolordiapozitiva iz područja šumarstva:

Aerotriangulacija. U svom predavanju »Passpunktbestimmung u. Aerotriangulation« Brucklacher je prikazao teoriju Aerotriangulacije u glavnom prema poznatoj radnji prof. Grubera »Beitrag zu Theorie und Praxis von Aeropoligonierung und Aeronivellement«.

Između ostalog upozorio je, da je postrano savijanje jednog niza snimaka kod radialtriangulacije uslijed pogreške nadirnog otklona relativno veliko, dok je ono kod stereoinstrumenta I. vrsti (na pr. Stereoplanigrapha) uslijed malene pogreške u elementu \approx maleno.

Za ekonomičnost aerotriangulacionog postupka za određivanje orijentacionih točaka B. navodi slijedeći primjer:

$$M = 1 : 25.000, h = 4000 \text{ m}, f = 20 \text{ cm}$$

za geodetsko određivanje od 80—100 orijentacionih točaka po sekciji 1 : 25.000 bila su potrebna 53 radna dana, a za fotogrametrijsko određivanje na Stereoplanigraphu bilo je potrebno 10 radnih dana.

U svom referatu iznio je ing. Zarzycki, asistent na Tehničkoj Visokoj Školi u Zürichu primjer jedne aerotriangulacije, koju je on izveo. Okolnosti bile su slijedeće:

$$h = 2000 \text{ m}, \text{ kamera RC 7 sa } f = 17 \text{ cm}. M_s = 1 : 12000, M_m = 1 : 5000$$

Izjednačenje izvedeno je prema dvije vrste formula, koje su dale rezultate različite točnosti:

$a_0 + a_1 x + a_2 x^2$			$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3$			broj modela	km
m_x	m_y	m_h	m_x	m_y	m_h		
0,28	0,42	0,45	0,16	0,29	0,19	7	5
0,28	0,21	0,20	0,13	0,20	0,29	6	3,6
0,41	0,27	0,47	0,33	0,18	0,48	7	5
0,77	0,61	1,54	0,46	0,46	0,84	12	8

Tom prilikom spomenuto je, da se vertikalnost aerosnimaka može postići sa pogreško mmanjom od 2⁰.