

STEVAN P. BOŠKOVIĆ, geodetski general, Beograd.

## Značaj aerofotogrametrije za naučna geografska proučavanja i za kartografiju

Pri svima ekspedicijama pa čak i malim ekskurzijama, koje se vrše u cilju naučnih geografskih promatranja, proučavanja, ispitivanja, skiciranja, merenja pa i tačnog topografskog premeravanja, — najveća se poteškoća sastoji u ogromnim fizičkim naporima, s kojima su skopčani ti naučni radovi pored umnih naprezanja u pronalaženju najracionalnijih pozicija za isto takve opservacije. Ne zna se šta je gore pri tome: da li visoke planine sa strašnom klimom, da li neprohodni krševi, lednici, njihovi cirkovi; da li neplodne, ne naseljene, bezvodne pustinje, da li neprohodni baroviti predeli, da li šumom, šipragom i t. sl. obrasli tokovi plahovitih reka, koje u donjim svojim tokovima često menjaju svoja korita te ostavljaju čitav sistem barovitih »starača« i »greda« sa specijalnom svojom neprohodnom vegetacijom; da li pitomi kulturni i prolazni ali gustom i krupnom vegetacijom (kukuruz, voćnjaci i t. sl.) obrasli i naseljeni predeli; da li vrlo komplikovani terenski oblici karsnog, glacialnog ili i eolnog porekla; da li nepristupačne i krševite obale velikih reka, jezera i mora; da li predeli sa neprijateljski raspoloženim naseljima; da li najzad i organizovani i specijalno izgrađeni za odbranu neprijateljski položaji; i t. d. i t. d. Sve to davalo je povoda naučnjacima, ispitivačima i preciznim mehaničarima da iznalaze što racionalnije metode i instrumente za snimanje takovih predela, za izradu i sastav što boljih karata tih predela, kao i snimaka za detaljnu studiju njihovu. Počevši od najprimitivnijih aparata: astrolabije sa busolom za orijentaciju i merenje uglova, starinskog glomaznog geodetskog stola sa običnim dioptrima za grafičku konstrukciju uglova, sa busolom za orijentaciju i aneroïdom za merenje visina, pa sve do najmodernijih Zeiss-ovih, Wild-ovih i drugih sličnih preciznih teodolita i tahimetara za numeričko ili i grafičko brzo snimanje; preciznih stereo-telemetara za tačno topografsko merenje distancija; tačnih i običnih nivelira za određivanje visina i t. d. — sve to pružalo je sve boljeg i boljeg uspeha za snimanje i sastav topografskih, specialnih, generalnih i u opšte geografskih karata i vrlo teško pristupačnih terena. Ali već krajem prošloga stoleća fotografija terena počela je igrati znatnu ulogu u snimanju zemljišta za kartografske svrhe. Naime Orelovim t. zv. stereokomparatorom već su se po fotografskim snimcima terena mogle izradivati vrlo detaljne karte pa čak i planovi za tehničke privredne ciljeve. Ali je i kod ovoga, kao i kod sviju terestričkih načina snimanja teškoća ostala ista i to u tome, što je sa zemlje vrlo teško, upravo u najviše slučajeva, nemoguće sve osmotriti, videti, proceniti pa zatim i izmeriti tako, da ništa ne ostane ne zapaženo, ne procenjeno po svome značaju, ne izmereno i ne uneto u kartu sa dovoljnom tačnošću, potpunosti i detalja. To važi čak i za ravnije predele, jako kultivisane i obrasle raznovrsnom vegetacijom gde uopšte ima malo visokih, istaknutih tačaka za opservaciju i merenje.



Međutim sa pronalaskom aeroplana, kao sredstva za slobodno i lako kretanje kroz vazduh na raznim željenim visinama, ceo je teren nad kojim se leti, ma kakvog oblika i kakvoće on bio, — postao za osmatrača iz aeroplana izvanredno pregledan i jasan za bezbroj raznih studija. Ali kako se ta vidljivost javlja, zbog brzine leta, takoreći trenutno makar i sa ponavljanjem, to se odmah pojavila misao, koja je odmah i u delo provedena, da se specijalnim novim fotografskim aparatima snimi iz vazduha (sa aeroplana) sve ono što bi nas interesovalo na dotičnom predelu, pa i čitavi predeli. I zaista kada se je u toku svetskog rata jako razvila i usavršila avijacija, naročito radi izvidanja neprijateljskih položaja, s tim je jednovremeno, radi iste svrhe, usavršeno bilo i fotografisanje terena sa aeroplana, ili, kako se kaže — iz vazduha. I pokazala se pri tome jedna izvanredna stvar, naime, svaka dva brzo jedan za drugim uzeta fotografska snimka daju dve sukcesivne fotografije dotičnog terena na kojima je preko 60% identičnih objekata (terena) te je za taj deo terena, pomoću takve dve fotografije, omogućeno stereoskopsko razmatranje tog snimljenog predela sa takvom jasnoćom i izražajem svega što je na tom terenu, a naročito reljefa, da prosto iznenađuje pa čak i očarava gledaoca očiglednošću prirodne lepote dotičnog predela. Na taj je način već omogućeno izvanredno jasno i detaljno osmatranje terena sa svima objektima (prirodnih ili veštačkih) na njemu, ne samo radi vojnih ciljeva već i radi geografskih, naročito orografskih i hidrografskih prilika. Može se reći da je radi geomorfoloških osmatranja terena ovo od neocenjene vrednosti, upravo jedinstveno i neophodno potrebno sredstvo za takva geografska ispitivanja. Naša najbolja rekognosciranja i studije neprijateljskih položaja sa mnogobrojnim novim objektima za odbranu i komunikacija, izvršene su na Solunskom frontu pomoću takovih foto-stereograma. Posmatrajući kroz stereoskop nedavno snimljeni vrlo interesantni teren vulkanskog porekla kod Mladog Nagoričina (kod Kumanova) jedan od naših najboljih geomorfologa, profesor univerziteta, Dr. P. Jovanović uzhićen je bio onim što je kroz stereoskop video na fotografijama toga terena. Sličan se stereoskopski efekt dobija još i t. zv. anaglifnom projekcijom na taj način, što se sa klišeta, izradenih po dvema sukcesivnim aerofotografijama istog terena, otšampaju obe te fotografije jedna preko druge (po izvesnim pravilima preklapljenja) jedna plavom a druga crvenom bojom. Takva slika gledana kroz naočare crveno-plave (za jedno oko plavi a za drugo crveni filter) pretstavlja se posmatraču u potpuno prirodnom obliku t. j. kao i malo čas stereoskopski. Sličan se i još lepši, upravo čaroban efekt dobija proiciranjem na horizontalnom ekranu (stolu) čitavog niza sukcesivnih diapozitiva crveno-plavom (naizmenično) svetlošću. Takva, opet crveno-plava, slika dobivena na ekranu, ali sada ne samo od jednoga već i svih desetak parova fotografija, gledana kroz crveno-plave naočare, čini nam čisto jedno neobično zadovoljstvo, da, sedeći u sobi za stolom, osmatramo na tenane čitav jedan predeo — bolje nego čak i iz pokretnog aeroplana. Aparat t. zv. multipleks, pomoću koga se dobijaju te slike postaće sigurno u najkraćem vremenu neophodno potrebno sredstvo ne samo vojsci nego i svakome geografu, a naročito geomorfologu za najefikasnije, najpotpunije i najlepše osmatranje terena i svega onoga što se na njemu nalazi.

Ali, i pored svega toga vrlo velikog značaja, koji nam pruža aerofotografija s tačke gledišta najracionalnijeg osmatranja terena koji nas interesuje, — tehnika fotografisanja iz vazduha i iskorišćavanja tih fotografija već u po-



četku svetskog rata toliko je bila usavršena, da smo još tada mogli skoro sasvim vertikalno fotografisati čitave predele sa svima neprijateljskim objektima na njima, i, na osnovu njih izraditi u željenoj razmeri nove karte tih predela na taj način, što je, na osnovu srazmerno vrlo malog broja izdaleka određenih trigonometrijskih (ili i grafičkih) tačaka, — geometrijski lako povezati i ispraviti na horizont sve te snimke i dobiti tačnu kartu fotografisanog predela u horizontalnom smislu. Što se tiče vertikalne projekcije, t. j. visina, ili bolje reći reljefa zemljišta, — tada se je to moglo izraziti samo približno izohipsama na osnovu osmatranja reljefa kroz stereoskop. Za ispravljanje kosih fotografija na horizontalnu projekciju, mi sad imamo vrlo savršene optičko-mehaničke sprave za dobivanje horizontalne projekcije terena, među kojima su najsavršeniji Zeiss-ovi transformatori (*Entzerrungsgerät*, franc. *redresseur*). Multipleksom Zeiss-ovim danas se mogu da izrađuju dosta tačne karte čak i sa izohipsama, čija se tačnost izjednačava sa poluinstrumentnim premerom, ako ga i ne nadmaša.

Najveće pak savršenstvo za izradu karata i planova na osnovu aerofotografskih približno vertikalnih snimaka imamo veliki broj već vanredno oštroumno konstruisanih optičko-mehaničkih sprava, kao što su Zeiss-ov *Aerocartographe* i *Stereoplanigraphe* (koje ima i naš Vojni Geografski institut); francuski Gallus Ferber-ov restitucionni aparat i *Stereotopographe Poivilliers*; italijanski *Photocartographe Nistri* i *Stereocartographe Santoni*; švajcarski *Autographe Wild-a*, i t. d. Sve te sprave konstruisane su na osnovu principa da se pomoću parova fotografskih ploča, sukcesivno jedna za drugom snimljenih iz aeroplana, stvori stereoskopski efekt t. j. prirodni izgled snimljenog terena pa prema toj prirodnoj slici, orijentiranoj po izvesnom broju unapred određenih tačaka, i u izvesnoj razmeri, tako reći mehanički izraditi potpuni plan ili kartu fotografisanog terena na osnovu najprostijih geometrijskih pravila.

Na osnovu samo ovih kratkih izlaganja lako je razumeti, kolika je olakšica topografu pružena aerofotogrametrijom za sastav i izradu tačnih i potpunih karata nepristupačnih i vrlo teško pristupačnih predela. Naše iskustvo u snimanju naših visokih alpskih predela najlepša je potvrda toga. To isto potvrđuju i veliki topografski radovi na teško pristupačnim močvarnim ogromnim prostorijama Poljske. Isto to i u planinskim (Atlas) i pustinjanskim (Sahara) predelima francuskih afričkih kolonija. Talijani su već vrlo mnogo uradili tim načinom ne samo u Abesiniji i u Albaniji nego i kod svoje kuće. Nemci imaju već i zakonske odredbe o primeni aerofotogrametrije pri izradi njihove najnovije vrlo detaljne privredne karte razmere 1 : 5.000. Sve evropske države primenjuju sad ove metode za izradu karata ne samo nepristupačnih svojih krajeva već i ostalih krajeva, gde su im stare karte bile nedovoljno tačne ili su i suviše zastarele.

Aerofotogrametrija je postala sada bez sumnje još i jedna najracionalnija metoda za popravljjanje i dopunjavanje starih karata t. j. za dovođenje njihovo u savremeno stanje, ili kako se to kaže na topografskom jeziku, za reambulaciju ili za reviziju karata. Ništa lakše nije sada, nego preletati n. pr. aeroplanom predeo na kome je kakva nova željeznička pruga izrađena, ili kakav novi put, ili kakvo novo naselje i t. d., sve to isfotografisati i na osnovu toga, na najpro-



stiji način, uneti u predašnju inače tačnu kartu, ali na kojoj tih objekata prirodno nije bilo, i, time je dovesti u potpuno savremeno stanje.

Najzad treba znati da se samo blagodareći toj metodi mogu na najprostiji i na najbrži način periodično snimati predeli na kojima se vrše procesi srazmerno brzih promena: na glečerima, dinama, lako rastvorljivim terenima, na rekama, obalama jezerskim i morskim, raznovrsnoj vegetaciji i t. d. i t. d. i da se tako najlakše mogu pratiti sve periodičke promene, koje se dešavaju na tlu, koje nas naučno ili i praktički interesuje te na taj način stvoriti sebi izvanredne zaključke o istorijskom razviću oblika pojedinih objekata.

I ovo malo što smo ovde, a zbog ograničenosti prostora, dali, očigledno nas uverava u tome, da je primena aerofotografije za naučna geografska osmatranja pomoću fotostereograma, anaglifne projekcije i multipleksa od neocenjive vrednosti za svakog geografa, te bi trebalo da prethodi svakoj ekskurziji za naučne svrhe, jer će se sav posao bar na polovinu brže, lakše i sigurnije svršiti, nego li bez tih prethodnih tako reći kabinetskih rekognosciranja. Za obuku u čitanju karata i planova, stereogrami, anaglifne projekcije i multipleksi od neocenjive bi vrednosti bili u školama. Za kartografiju pak, naročito nepristupačnih (ma iz kojih razloga) predela, za ubrzanje topografskih radova uopšte i za reambulaciju karata, aerofotografija nema takmaca te je treba primeniti u najširem obimu. Sa dobrom i racionalnom organizacijom, ona će sumarno biti i rentabilna, a glavno ona nam daje mogućnosti da savremena kartografija prethodi događajima (ratnim eventualno) a ne da je oni preteknu.

#### PRILOZI:

Sl. 1. predstavlja dvojni (jedan crveni, drugi plavi) vertikalni snimak jednoga pošumljenog brega sa ruinama u Nemačkoj razmere oko 1 : 15.000, u anaglifnoj projekciji.

Sl. 2. predstavlja sličan snimak u anaglifnoj projekciji jednoga glacialnog cirka u našim Alpima razmere oko 1 : 18.000.

Sl. 5. predstavlja naš Dravograd i njegovu neposrednu okolinu sa tipičnim fluvijalnim, Dravinim terasama, — u anaglifnoj projekciji.

Sve su te tri slike izrađene po fotografijama merničke fotokamere Zeiss — Aerotopograph — Jena.

Posmatrati ih treba kroz crveno-plave naočare, koje treba izvući iz ležišta po zadi prve slike, držeći ih za ručicu desnom rukom, tako da crveni filter dode na levo, a plavi na desno oko.

#### RÉSUMÉ

*L'importance de l'aérophotogrammétrie pour les études géographiques scientifiques et pour la cartographie.*

par le general S. P. Bošković.

Les couples de photographie d'un pays quelconque, pris en avion un après l'autre, présentent une importance très grande pour examiner ce pays au point de vue des études géographiques de ce pays en général et des études géomorphologiques en particulier. On doit les observer dans ce but comme des photographies ordinaires, — un couple après l'autre, dans un stéréoscope. Ou on doit faire des clichés de ces couples pour les imprimer ensuite d'après des



règles simples de la projection anaglyphe, un par dessus l'autre et précisément, si un cliché est en couleur bleue, il faut que l'autre soit rouge, pour les observer à travers des lunettes rouge-bleues en produisant ainsi un plein effet stéréoscopique. Ou, enfin, il faut faire, moyennant un appareil dit multiplex (système de petits appareils de projection) des tableaux aussi en rouge-bleu sur un écran horizontal, qui présentent des grandes régions en projection anaglyphe, afin qu'on puisse les observer de nouveau à travers des lunettes rouge-bleues dans leur forme naturelle (par l'effet stéréoscopique). Enfin on expose dans l'ouvrage qu'on peut moyennant des appareils tout à fait modernes, dit Rédresseurs, établir et produire des cartes très précises dans une projection horizontale (sans altitudes), et, moyennant des appareils de Restitution — des plans et des cartes avec des courbes de niveau, c'est à dire avec le relief du pays.

Après avoir donné cet exposé l'auteur fait la conclusion que l'aérophotographie — soit en forme des couples stéréoscopiques, soit en projection anaglyphe simple, ou à l'aide de multiplex — peut servir très bien à un examen préalable du terrain en question, non seulement pour des études militaires, mais aussi pour celles de géographie, surtout en matière de géomorphologie et qu'en même temps cela présente un moyen excellent pour étudier d'une façon la plus notoire la géomorphologie et la lecture des cartes et précisément leur relief exprimé par les courbes de niveau. Parallèlement à cela l'auteur fait ressortir la nécessité absolue d'appliquer l'aérophotogrammétrie pour l'exécution des cartes précises et détaillées et il la recommande pour la révision des cartes anciennes comme un moyen le plus rationnel de les tenir à jour et d'exécuter des nouvelles à temps.

#### A n n e x e s :

La fig. 1 représente un couple de photographies (une en rouge, l'autre en bleu) d'une colline boisée avec des ruines en Allemagne, à 1 : 15 000 approximativement, dans une projection anaglyphe; ces photographies sont prises verticalement.

La fig. 2 représente une pareille photographie dans une projection anaglyphe, d'un cirque glacial dans nos Alpes, à 1 : 18 000 approximativement.

La fig. 3 représente notre ville Dravograd et ses environs les plus proches avec des terrasses typiques fluviales de la Drave, dans une projection anaglyphe.

Toutes les trois figures sont établies d'après des photographies prises par une chambre de mensuration système Zeiss — Aerotopograph — Jena.

Il faut les observer par des lunettes, qui se trouvent derrière la fig. 1; on les tient par la main droite moyennant un manche, de telle façon que le côté rouge vient à l'oeil gauche et le côté bleu — à l'oeil droit.