

## Prevodi iz strane stručne literature

\* Uredništvo G. L. namjerava ubuduće donositi aktualne članke iz strane stručne literature, u kojima se iznose najnoviji problemi i dostignuća u geodeziji.

U ovom broju donosimo dva takova članka.

Prvi Bauersfeld »Kartiranje na osnovu aerosnimaka«, u prijevodu Ing. F. Brauma, u kojem su na veoma popularan, jednostavan i instruktivan način izneseni principi optičke fotogrametrijske izmjere. Cilj nam je, da se ovom metodom upoznajemo širi stručni krugovi bez posebnog studija i predznanja.

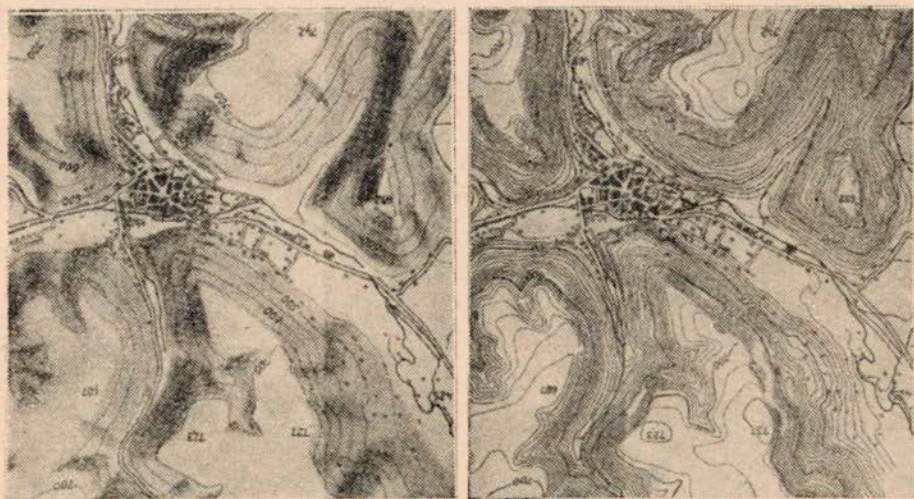
Drugi je Wageneer »Nivelir Ni 2 fy Zeiss Optone, u prijevodu Ing. S. Cimermana, u kojemu su izneseni rezultati mjerenja u usporedbi s nivelrom Zeiss Ni B. Rezultati ovih upoređenja mogu biti od velike koristi našim poduzećima i ustanovama u cilju unapređenja proizvodnje, obzirom na veliki preokret, koji će ovaj instrument izazvati svojom ekonomičnošću, brzinom i točnošću u radu. Njegov opis vidi G. I. broj 4—9 1950.

Prof. dr. ing. W. Bauersfeld

### Kartiranje na osnovu aerosnimaka steneoplanigraph

(Naslov originala: »Landkarten aus Fliegerbildern«, Orion br. 18 god. 1950.)

Od potpuno ravnog zemljišta mogu se dobiti vrlo dobre karte jedinstvenog mjerila na taj način, da ga se iz dovoljne visine cca 5—10.000 m fotografira iz aviona, pri čemu treba paziti da fotografska ploča leži horizontalno ili što je isto, da os kamere bude vertikalna. Povećaju li se ovako dobiveni snimci na željeno mjerilo kartiranja, to se time dobije direktna podloga za kartiranje. Rijetko se međutim nailazi na pretpostavljeno potpuno ravno zemljište. U pravilu postoje kod svakog zemljišta visinske razlike, pa ako one u kilometarskom području iznose samo nekoliko metara, to ih se ipak ne smije ignorirati kod izrade karte. Naprotiv — karta treba da daje podatak za visinu svake pojedine točke. Stoga su karte često providene slojnicama, dakle linijama koje povezuju sve točke iste visine i to u intervalima od 1, 2, 5, 10 i više metara, već prema zemljištu, mjerilu kartiranja i svrsi, kojoj karta treba služiti. Slika 1. pokazuje izrezak iz jedne takve karte, jedamput sa slojnicama od 10 do 10 metara, drugi put od 50 do 50 metara sa dodatnim sjenčanjem, koje po-



Sl. 1. Izrezak iz zemljišne karte sa slojnicama i to lijevo sa ekvidistancijom od 10 m, a desno sa ekvidistancijom od 50 m

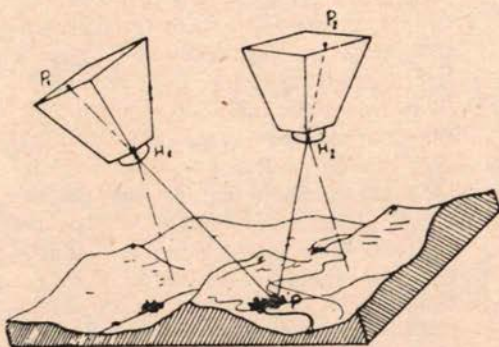
tencira plastiku. U drugim slučajevima zadovoljavamo se time da naznačimo u karti kote od stanovitog broja karakterističnih točaka. Neke od tih kota naznačene su i u slici 1.



Da se može odrediti konfiguracija potrebna su uvijek 2 snimka istog zemljišta snimljenog iz različitog položaja (snimališta), kao što se i plastika zemljišta može zapaziti samo sa dva oka. Eedovito se kod ovakvih zemljišnih snimaka radi o izmjeri većih terenskih pojasā, što zahtjeva mnoge ovake dvostruke snimke. Stoga se kod ravnosmjernog nadlijetanja zemljišta snime u kratkim, jednakim vremenskim razmacima na dugu filmsku vrpcu širine cca 20–30 cm vrlo mnogim snimcima, pri čemu os kamere treba ležati što točnije vertikalno. Vremenski se intervali odabiru tako, da cca 60% sadržaja svakog snimka bude sadržano i na sljedećem snimku. Time se postizava, da svaka točka prelijetanog zemljišta bude sigurno uhvaćena na bar dva snimka, i to i onda kada vertikalni smjer osi kamere uslijed neizbježivih kolebanja aviona ne bude održavana točno već približno. Uz te pretpostavke dobiva se sa jednim nizom snimaka podloga za izmjeru terenskog pojasa, čija je širina dakako ograničena širinom fotografskih slika. Zeli li se neko dano zemljište obuhvatiti u njegovom punom protezanju, to avion mora nadlijetati zemljište u paralelnim ravnim smjerovima, koji leže jedan do drugog i čiji razmak treba tako odmjeriti, da se preslikani pojasevi zemljišta i postrance dovoljno preklapaju i tako svako mjesto zemljišta bude uključeno u izmjeru.

Kako se iz takovih snimaka dobivaju točne karte zemljišta neka bude razjašnjeno na osnovu slike 2. Iznad umanjenog modela nekog zemljišnog predjela, koje leži na ploči stola — uzmimo sadrenog modela u mjerilu 1:1000 — neka je na dva mjesta nanesen fiksno po jedan model kamere za snimanje; pri tom oba postava kamere odgovaraju u odabranom mjerilu točno položajima koje je zauzimala aerokamera u momentima dviju sukcesivnih snimaka uzevši u obzir neizbježive kose položaje prouzrokovane kolebanjima za vrijeme lijeta. Zrake koje od neke proizvoljne točke P zemljišnog modela dospiju do objektivu modelnih kamera, pogađaju — ako ih slijedimo kao svjetlosne zrake kroz objektiv do slikovnih ravnina — slikovne ravnine u točkama  $P_1$  i  $P_2$ , koje točke moraju biti identične sa slikama dođične zemljišne točke na obim aerosnimcima umanjenim na odgovarajući način.

Za odnos između zemljišnog modela i aerosnimaka nije ipak potrebno, da modelne kamere budu toliko sitne kao što bi to odgovaralo umanjenju na mjerilo zemljišnog modela. Modelne kamere mogu biti dapače po volji velike, a da se pri tom ne pokvari spomenuti odnos. Treba samo pri tom paziti, da stanovite karakteristične točke, naime prednje glavne točke objektivu kamere  $H_1$  i  $H_2$  točno leže u onim prostornim točkama iznad modela, koje proizlaze iz prirodnih položaja tih točaka za vrijeme snimanja uzevši u obzir odabrano mjerilo umanjenja. Prednja glavna točka fotografskog objektivu, koja treba biti korištena za mjernu kameru, leži redovito u unutrašnjosti objektivu na njegovoj srednjoj osi. Točan položaj ovisi o tipu objektivu. Ta glavna točka je projekciono središte za perspektivne slike predmeta fotografiranih kroz objektiv. U sl. 2 su  $H_1$  i  $H_2$  prednje glavne točke objektivu. Neke točka P zemljišta preslika se u lijevoj kameri u slikovnu točku  $P_1$ , a u desnoj u slikovnu točku  $P_2$ . Položaj točaka  $H_1$  i  $H_2$  odgovara u mjerilu zemljišnog modela točno prirodnom položaju tih točaka za vrijeme snimanja. Ako u obje kamere uložimo snimke, te ih odstrag osvjetlimo i providimo kamere prikladnom optikom, kao što je uobičajeno kod projekcionih aparata, to će se obje slike, koje nastaju na sadrenom modelu zemljišta potpuno poklopiti.



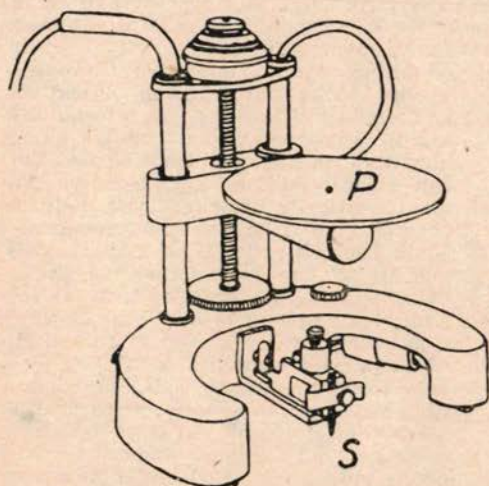
Sl. 2. Zemljišni model sa kamerom u dva položaja i pripadnim tokom zraka.

Ako zemljišni model zamjenimo ravnim tablom prevučenom crtaćim papirom, to se proicirane slike ne će više pokrivati na toj tabli, jer će se točka P — na sl. 2 prikazana je tek jedna proizvoljno odabrana — koja nastaje presjekom zraka odaslanih od točaka  $P_1$  i  $P_2$  snimaka, nalaziti sada iznad ravne površine crtaćeg kartona. Tu točku vidimo stoga na projekcionoj ravnini kao dvostruku. Ako sada stol



pokriven kartonom stavimo malo više, tada će sve točke P, dakle presjecišta pripadajućih proiciranih zraka, ležati djelomice ispod ravnine kartona, druge će i nadalje ostati iznad, a neke će se točke međutim oštro preslikati na papiru. Posljednje točke, koje se ne pojavljuju kao dvostruke, su one koje su već u prvotnom plastičnom zemljišnom modelu ležale na odabranoj visini kartona. Cjelokupnost tih točaka predstavlja dakle jedan određeni zemljišni visinski sloj u mjerilu zemljišnog modela i tvori pri tom jednu slojnicu. Obje slike proicirane na ploču dadu se lako odvojiti, ako se u optiku osvjetljenja uključe bojani filtri, tako da na pr. slika koja dolazi od lijeve kamere ispadne zelena, a ona od desne kamere crvena. Ako se te slike promatraju kroz očale sa odgovarajuće obojenim staklima, tako da lijevo oko može zapažati samo slike iz lijeve kamere, a desno oko samo slike iz desne kamere, tada se pri tom stereoskopskom promatranju čitava zemljišna slika prikazuje plastičnom. (Trebalo spomenuti pokušaje poduzete nešto prije rata sa predstavljanjem plastičnih filmova: svaki posjetilac dobio je jedne očale sa jednim crvenim i jednim zelenim staklom. Sam film bio je snimljen sa kamerom sa dva objektivna na razmaku očiju, te je bio zatim pomoću dvoobjektivnog projekcionog aparata po jedamput zeleno i jedamput crveno proiciran jedno preko drugog. Time postignuti plastični efekt bio je zapanjujući.) Kod promatranja plastične zemljišne slike na kartonu može se uz stanovitu vježbu ucrtati na projekcionoj ravnini slojnicu sljedeći olovkom one točke, koje prema opažanju leže na istoj visini kartona.

Projekcioni aparati te vrsti mnogo se koriste već čitavi niz godina za izradu zemljišnih karata. Kod praktičke izvedbe ne promatra se slika na kartonu, već na maloj projekcionoj ploči, koja je na jednom stativu pomična po visini kako se to vidi iz slike 3. Stativ se može po risačem kartonu lagano pomicati rukom. On sadrži olovku koja leži na kartonu pod djelovanjem pera ili utega. Nadalje je točno vertikalno iznad olovke S smještena na projekcionoj ploči točka P, koja služi kao vodilja kod izvlačenja zemljišnih linija (mjerača marka). Ta marka P pričinja se opažaču kao da lebdi u prostoru plastične slike zemljišta, ako je ploča dovoljno visoka. Spuštanjem stativom projekcione ploče možemo mjeracu marku dovesti u dodir sa plastičnom slikom zemljišta. Pokrećemo li sada stativ kod čvrste visine tako po kartonu, da mjerača marka stalno dodiruje plastičnu sliku zemljišta, to će olovka na kartonu



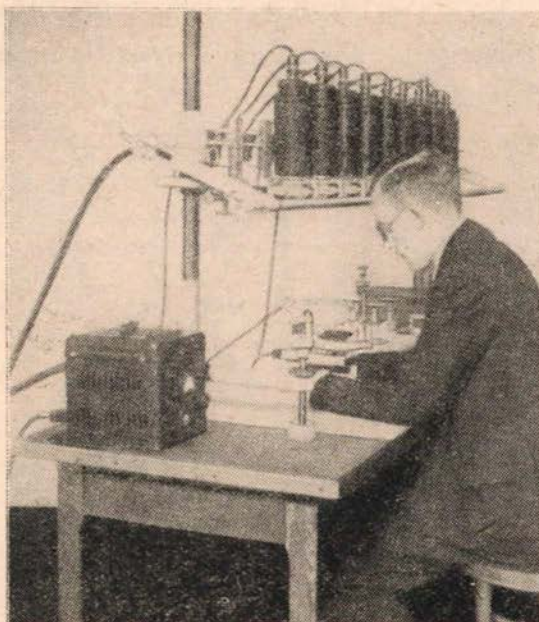
Sl. 3. Shematski prikaz kartirajućeg uređaja sa projekcionom pločom.

izvlačiti slojnicu, koja odgovara visinskom postavu projekcione ploče. Kada su tim postupkom narisane sve potrebne slojnice, to se sa istim stativom izvuku sve ostale linije i točke za kartiranje, naime željezničke tračnice, putevi, vodotoci, granice šuma i parcela, tlocrti građevina i t. d. U tu svrhu sljedimo mjeracom markom spomenute linije na plastičnoj slici zemljišta, pri čem pored pomicanja stativa po kartonu istovremeno namještamo projekcionu ploču visinski tako, da ostane sačuvan dodir mjerače marke i plastično promatrane zemljišne linije. Kako svaka namještena visina može biti lako očitana na odgovarajućem razmjerniku, to jednostavnim preračunom dobijemo prave visine vrhova bregova, križanja puteva kao i svih ostalih točaka, čije visinske vrijednosti trebaju biti unesene u kartu.



u naravnoj veličini nemaju više mjesta jedna pored druge. Stoga smo kod instrumenata za kartiranje te vrsti prisiljeni za projekciju na upotrebu formata snimka od maksimalno  $6 \times 6$  cm. Kako aerokamere imaju gotovo uvijek mnogo veći format, moraju se snimci najprije fotografski umanjiti prije nego budu korišteni u opisanom instrumentu za izradu karata.

Na sl. 4 prikazan je jedan stereoinstrument te vrsti, i to izvedba poznate firme Carl Zeiss, koja je od prvog početka na cijelokupnom području fotogrametrije, dakle zemljišne izmjere na osnovu fotografskih snimaka, krčila puteve. Prikazani instrument poznat pod imenom Multiplex, sadrži ne samo dvije projekzione kamere, nego veći broj, tako da je time omogućeno kartiranje dužeg zemljišnog pojasa. Kod izmjere koriste se istovremeno naravski uvijek samo dvije susjedne kamere. Ograničenjem na mali format — zajedno sa gubitkom na oštini slike koja nastaje kod projekcije — reducira se točnost kartiranja na cca jednu trećinu od one točnosti, koju bi se moglo postići kod direktne izmjere pomoću bespogrešno funkcionirajućeg stereoinstrumenata. Od ovih ograničenja oslobođen je jedan drugi instrument. Stereoplanigraph, čiji opis slijedi. Karakteristično je za ovaj svakako kompliciraniji aparat najprije i ovdje smještaj dviju kamera istih dimenzija poput kamera za snimanje, i koje — potpuno analogno prijašnjem promatranju — bivaju u planigrafu dovedene u točno isti položaj, koji su zauzimala za vrijeme snimanja. U te se kamere ulože originalni snimci ili njihovi diapozitivi. Nadalje su one providene objektivima iste žarišne daljine kao i objektivni za snimanje. Stožac zraka koji polazi od proizvoljne

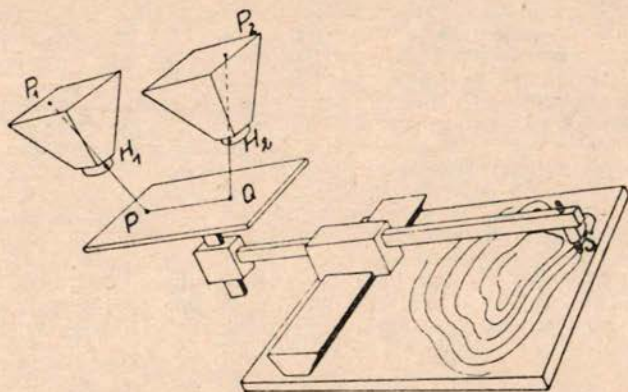


Sl. 4. Multiplex sa 9 projekcionih kamera od kojih se pri izmjeri koriste po dvije susjedne

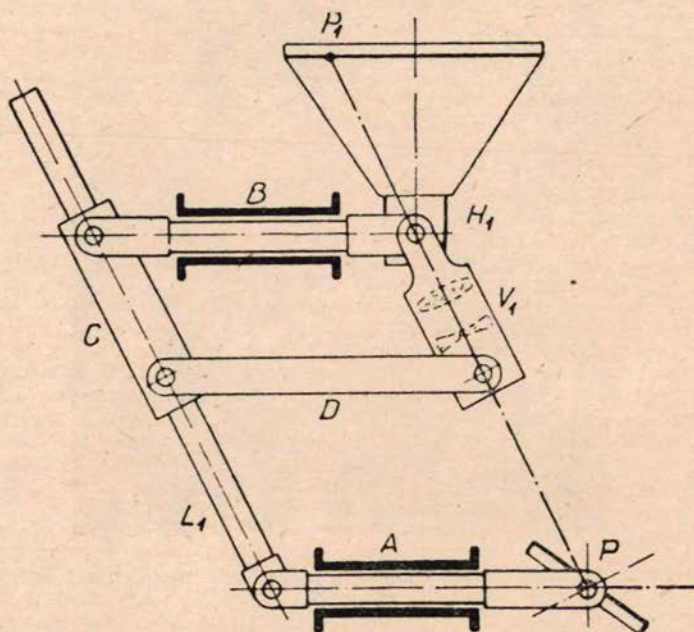
slikovne točke napušta stoga objektiv sa gotovo posve paralelnim zrakama, jednako kao i kod snimanja, gdje su zrake dolazile od zemljišnih točaka, koje su bile na kilometre udaljene. Da bi one ipak dale oštru sliku u bliskoj točki P zemljišnog modela kao u sl. 2, potreban je optički predsystem, čija izvedba utjelovljuje odlučnu pronalazačku zamisao, i koji je doveo do Stereoplanigrapha.

Optika za promatranje, koja se nadovezuje na predsystem, posjeduje još jednu daljnju konstruktivnu karakteristiku, koja je već u vrijeme postanka planigrafa bila

čeće primjenjivana kod stereoinstrumenata, naime podvostručenje točke P zemljišnog modela. Da bi se razjasnio taj postupak, podvostručenje je u sl. 5 shematski prikazano. Umjesto zajednički proicirane točke P, kao što proizlazi u sl. 2 iz slikovnih točaka  $P_1$  i  $P_2$ , nastaju ovdje parovi proiciranih točaka P i Q time, što se druga kamera pomakne paralelno za stanovitu daljinu koja je u sl. 5 prikazana



Sl. 5. Shematski prikaz razdvajanja mjerace marke u P i Q



Sl. 6. Predsistem Stereoplanigrapha u svojoj shematskoj građi

kao dužina PQ. Sa ovim podvostručenjem postizavaju se dvije prednosti: prvo se obje kamere toliko razmaknu, da si kamere ne smetaju, iako su izvedene u originalnoj veličini, drugo može se za svaku kameru predvidjeti posebna optika za promatranje, pri čem samo treba osigurati, da promatraču bude pružena stereoskopska



slika zemljišta, kod koje se obje mjerace marke smještene u P i Q pričnaju kao jedna jedinstvena prostorna postavna (mjeraca) marka. Projekciona ploča, koja kod sl. 3 još nije bila osjetljiva na zakretanje oko vertikalne osovine, mora sada svakako biti osigurana od zakretanja, budući da ne nosi jednu marku P već dvije marke P i Q; njezino se vođenje stoga vrši pomoću križnog saoničnog sistema, kao što je shematski prikazano na sl. 5. Kod stereoplanigraha projekciona se ploča ne vodi više prostoručno, nego pomiče usljed okretanja osovine sa narezom, koja se rotacija izvodi pomoću ručnih kotača, slično kao što na pr. na tokarskoj klupci biva okretno dljeto pokretano napred i natrag, simo i tamo. Iz toga proizlazi prednost, da se faktički stol za kartiranje može odvojiti od stereoinstrumenta. Sa ručnim kotačima može se naime uključenjem zupčanika i poluga upravljati vodilne saonice olovke i na udaljenoj dasci za kartiranje. Odgovarajućim izborom prenosa ovih zupčanika može kartiranje usljediti u svakom željenom mjerilu.

Kao i kod prije opisanog Multiplexovog uređaja snimci se i kod planigrafa u obim kamerama osvijetle odostraga. Svjetlosni snopici zraka koji, polaze od slikovnih točaka  $P_1$  i  $P_2$ , bivaju, kako je već rečeno, od objektiva kamere paralelno usmjerene i prolaze zatim kroz već nagovješteni predsystem, koji ima zadaću, da na mjestima mjeracih marki P i Q preslika zemljišnu sliku, koja okružuje točke  $P_1$  i  $P_2$ , na snimcima. Problem izvedbe spomenutog predsystema zahtjeva je mnogo studija i to zbog visokih zahtjeva, koji su se stavljali na točnost ovog preslikavanja. Rješenje tog problema dovelo je do konstrukcije prikazane shematski na sl. 6. Pred objektivom kamere s glavnom točkom  $H_1$  nalazi se u jednom tulcu označenom sa  $V_1$  predsystem, koji se sastoji iz jedne leće sabirae i jedne leće rastresae. Te leće zajedno sa objektivom kamere preslikavaju točku  $P_1$  snimka u mjeracu marku P nanesenu u sredini zrcala, koje je smješteno kod P. Od zemljišne slike u okolišu točke  $P_1$  nastaje realna slika na mjeracoj marki P, koja se pomoću spomenutog zrcala odvođi opažaju tako, da on istovremeno vidi oštro i sliku i mjeracu marku. Tuljac  $V_1$  je tako montiran na nosač kamere, da optička os predsystema kod svih mogućih pomaka prolazi glavnom točkom  $H_1$ . Na posve odgovarajući način montirano je zrcalo sa mjeracom markom na najgornjim saonicama prije spomenutog sistema križnih saonica. Obje su montaže povezane prostornim upravljačem L tako, da smjer tog prostornog upravljača ostaje uvijek paralelan smjeru od  $H_1$  prema P. Posredstvom upravljačke motke D održava se konačno u tom smjeru i tuljac V a time i optička os predsystema.

Kako se pri pokretima križnog saoničnog sistema udaljenost mjerace marke P od glavne točke mjenja u širokim granicama, mora žarišna daljina predsystema biti promjenljiva da bi se stvarala stalno oštra slika kod P. To se događa pomicanjem leće sabirae duž optičke osi predsystema pomoću posebnog mehanizma, koji automatski uspostavlja ispravnu žarišnu daljinu. Na sl. 6 nije taj mehanizam urisan, da ne bi trpila preglednost.

Jezgra opisanog rješenja leži u optičkim podacima predsystema, koji su tako odmjereni, da strogo preslikavanje točke  $P_1$  na snimku na mjeracu marku P ostaje sačuvano i onda, kada smjer optičke osi predsystema opažljivo odstupa od točnog smjera od  $H_1$  prema P usljed savijanja prostornog upravljača, koje biva prouzrokovano njegovom težinom ili neizbježivim nesavršenostima mehanike upravljača.

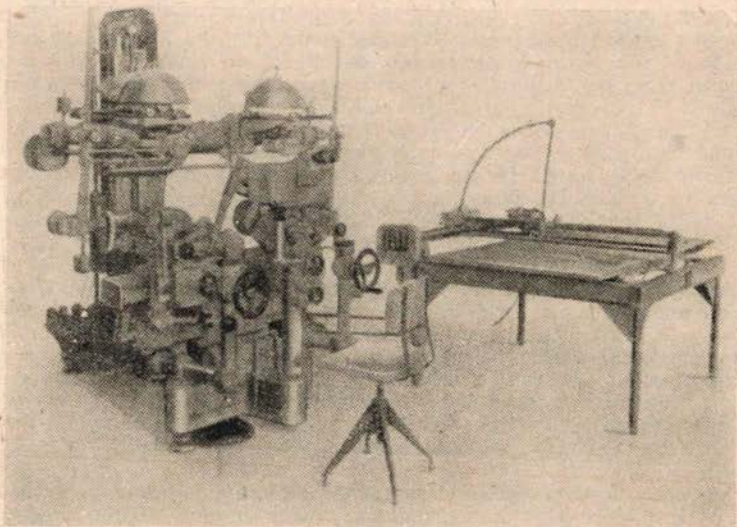
Za desnu kameru predviđen je točno isti mehanizam samo s tom razlikom, da tamo prostorni upravljač leži na desnoj strani kamere. Na obim kamerama naneseni su dalje postavni vijci, pomoću kojih se one na zajedničkom nosaču mogu oko osovine, koje prolaze glavnim točkama  $H_1$  i  $H_2$  tako nagibati, da se njihov prostorni položaj potpuno uskladi sa onim prigodom snimanja.

Preostaje još jedino jednostavna zadaća, da se stvori optički sistem, koji dozvoljava istovremeno stereoskopsko promatranje obih slika, i to tako, da lijeva slika sa mjeracom markom P bude dovedena lijevom oku, a desna slika sa mjeracom markom Q desnom oku opažaju. U pojedinosti ove stereoskopske konstrukcije ne ćemo pobliže ulaziti. Točnost izvedbe sistema za promatranje ne treba prelaziti točnost opservacije biokularnog dalekozora, jer male preostale pogreške — recimo usljed deformacije ili netočnog položaja optičke osi vrši nikakvog utjecaja na postavnu točnost cijelokupnog instrumenta. Taj se instrument provodi za promatranje prikladnim povećanjem, da bi se postigla što veća postavna točnost.

Slika 7 prikazuje cijelokupan izgled Stereoplanigraha sa pripadnim stolom za kartiranje. Raspoznaju se oba ručna kotača, pomoću kojih se vrše horizontalni pomaci. Pogon za visinske pomake usljed pomoću podnožne ploče.



Na koncu ćemo još kratko naznačiti, kako se na planigrafu vrši usmjeravanje kamere sa njihovim snimcima. To nije posve jednostavno, jer postav kamere u momentu eksponaže kako u pogledu položaja glavnih točaka tako ni u pogledu smjera osi nije poznat. Ponajprije nije teško dvije kamere sa slikama, koje sadrže određeni zajednički dio zemljišta, relativno na stereoinstrumentu tako orijentirati, da se parovi projektiranih zraka iz glavnih točaka  $H_1$  i  $H_2$  sijeku za sve točke zajedničkog zemljišnog dijela. Postav uslijedi probanjem, pri čem se orijentacioni postavi uz stalno promatranje slika kroz optiku instrumenta tako dugo mjenjaju, dok ne bude postignuto u cijelokupnom slikovnom području potpuno stereoskopsko pokrivanje. Sa tim postavom postigne se već zemljišni model sa svim njegovim pojedinostima. Nepoznato ostaje još mjerilo modela kao i njegov položaj prema razini. To se može



Sl. 7. Cijelokupni izgled Stereoplanigraha

odrediti ako se pozna točan položaj od barem triju zemljišnih točaka. Izmjera pojedinih točaka po uobičajenim geodetskim metodama bit će dakle uvijek potrebna. Ako je stereopar zajedničkim usmjerivanjem doveden u ispravan položaj, to se može treći snimak C, koji sa B sadrži dio zajedničkog zemljišta, također ispravno orijentirati, a da pri tome nisu potrebne daljnje poznate točke. Postupak se na isti način može produžiti. Kako se kod nove orijentacije neizbježive preostale male pogreške sumiraju, bit će kod većeg broja snimka niza svakako potrebno, da se nakon stanovitog poteza koriste poznate točke kao nove ishodišne točke. Konačno se mora uzeti u obzir i utjecaj zemljišne zakrivljenosti i time uvjetovane promjene položaja horizonta.