

# Rezultati površinske inventarizacije izvedene stereofotogrametrijskom linearnom izmjerom

---

**Tomašegović, Zdenko**

*Source / Izvornik:* **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1972, 197 - 208**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:773120>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-20**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



Prof. dr ZDENKO TOMAŠEKOVIĆ

**REZULTATI INVENTURE POVRŠINA  
IZVEDENE STEREOFOTOGRAMETRIJSKOM  
LINEARNOM IZMJEROM**

**RESULTS OF SURFACE INVENTORY PERFORMED BY  
STEREOPHOTOGRAMMETRIC LINEAR SAMPLING**

UDK 634.0.587

*Sadržaj — Contents*

Uvod — *Introduction*

Priprema — *Preparations*

Stereofotogrametrijska linearna izmjera — *Stereophotogrammetric linear sampling*

Obračun — *Computations*

Točnost i ekonomičnost — *Accuracy and economy*

Zaključak — *Conclusion*

Literatura — *References*

*Summary*

**UVOD — INTRODUCTION**

Na području kotara Ogulin prostire se na površini od oko 2.800 ha katastarska općina Gornje Dubrave s više zaselaka. Leži između rijeka Dobre i Bistre na zapadu i jugozapadu te željezničke pruge Zagreb—Rijeka na istoku i jugoistoku. Na sjeveru graniči s k. o. Erdelj. U geomorfološkom smislu to je kraj blago razveden, brežuljkast. Relativne visinske razlike kreću se do 150 m, nadmorske visine od 200 do 350 m. Prihod stanovništva dolazi većinom od poljoprivrednih kultura, od kojih su livade na prvom mjestu (706 ha). Oranica imade nešto manje (326 ha) nego pašnjaka (395 ha). Vinograda gotovo ni nema, a voćnjaci se prostiru na površini od oko 38 ha. Najveći dio k. o. G. Dubrave je pod šumom općenarodne imovine i privatnog posjeda (zajedno oko 1220 ha).

Krajem svibnja god. 1956. je za to područje i njegov okoliš obavljeno aerosnimanje u približnom mjerilu 1 : 12.500 Wildovom normalnokutnom kamerom RC 5a. U vremenu iza toga obavljena je terenska dešifraža aerosnimaka (katastarska), naknadno određivanje orijentacijskih točaka, kartiranje detalja fotogrametrijskom metodom (autograf A-8), nešto dopunskog snimanja i kartiranja klasičnim geodetskim metodama (i to oko pojedinih zaselaka kao i dio željezničke pruge). Zatim je obavljeno kla-

Ovaj rad je predan za tisak 14. VII 1962.

siranje zemljišta te obračun površina po kulturama i vlasništvu, tako da su nam krajem god. 1961. bili dostupni rezultati svih tih radova. Pred nama je, dakle, bila recentna, pouzdana izmjera s planovima u mjerilu 1:2.500, koji sadrže i konfiguraciju terena. Od spomenutog materijala posebno ističemo za fotogrametrijska istraživanja fotoskice (povećanje originalnih snimaka) s ucertanim podacima dešifraže (granice kultura i vlasništva, tj. katastarske čestice, nazivi zaselaka, rudina i sl.).

Metodu stereofotogrametrijske linearne taksacije, kako smo je opisali u *Šumarskom listu* br. 1—2 god. 1961., ispitali smo na k. o. G. Dubrave. Pored prednosti koje pruža taj zadatak (recentna izmjera, razmjerno kvalitetne snimke, dešifrirane fotoskice, blizina Zagreba) postoje i slabe strane. U G. Dubravama pojedine kulture — bar što se tiče livada i šuma — nisu svuda jasno izdiferencirane. Geometri i agronom, koji su radili na utvrđivanju kultura odnosno klasiranju zemljišta, držali su se postojećih propisa i faktično omeđenih posjedovnih granica pojedinih čestica. Unutar takvih čestica, koje je agronom odnosno geometar okategorizirao kao šumu (s obzirom na glavni prihod ili namjenu zemljišta) često imade i nešto površine, koja se na aerosnimci vidi kao livada. Unutar čestica, koje su okategorizirane kao livade imade često i nešto šume. Prijelazi od livadskih površina prema šumskim i obratno nisu oštri.

To bijaše glavni razlog, da smo prije izvedbe linearne taksacije tražili neposredan kontakt s terenom. Tu smo, koliko je bilo moguće, uz pomoć agronoma, fotoskica i stereograma god. 1961. obavili mjestimično komparativna terenska opažanja razlika pojedinih kultura. To nas je približilo konkretnom zadatku.

Rezultate stereofotogrametrijske linearne taksacije (površine pojedinih stratumata) trebat će ocijeniti s obzirom na njihovu točnost. Trebat će ih usporediti s podacima spomenute potpune izmjere, a ta je dobivena prema podacima, koji su sadržani u fotoskicama, dakle prema podacima kakve je našao i vidio geometar odnosno agronom prigodom terenske dešifraže aerosnimaka. Cilj je naše terenske komparacije bio, da se što više uživimo u tu kategorizaciju i da je uočimo na stereogramima, na kojima ćemo vršiti izmjeru, jer nam je prvenstveno stalo dobiti podatke o pouzdanosti metode (stereofotogrametrijske linearne izmjere), a ne toliko kategorizacije terena (kultura). Doista, naša bi terenska dešifraža bila korisna i u slučaju da radimo na terenu, za koji nemamo dešifrirane fotoskice, budući da nas taj rad u svakom slučaju bolje uvodi u sadržaj aerosnimaka.

Stekavši terenskom dešifražom osnovni uvid u način preslikavanja i kategoriziranja kultura, mi smo u našem daljnjem institutskom radu, vodeći stereofotogrametrijski izmjeru po linijama, obavili interpretaciju kultura u stereoskopskim modelima većinom bez zagledanja u fotoskice. Kad nam kulture na nekim česticama nisu bile dovoljno jasne (tipične) na snimkama, zagledali smo ponovno u fotoskice. Negdje smo se poslije toga za te slučaje mogli složiti s dešifražom u fotoskicama, a negdje ne.

Što se tiče šuma, mi smo uopće smatrali pod šumom suvisle (kontinuirane) veće površine šumske vegetacije (visoke i niske) kao i one asocijacije, koje su okružene drugim kulturama, a za koje ocjenom zaključujemo, da imaju površinu bar 1.000 m<sup>2</sup> (vidi dalje), sklopljenost oko 0,3 ili više te visine stabala od 5 do 6 m naviše (ako se radilo o rijetkom sklo-

pu). U prvom slučaju naši kriteriji podudaraju se s kriterijima osoblja, koje je dešifriralo fotoskice. Drugi slučaj prosuđivanja, kod kojega se vjerojatno nismo uvijek složili s postojećom dešifražom u fotoskicama, mogao se javiti ili tamo gdje je geometar površinu okategorizirao npr. kao livadu, a šumska vegetacija na njoj donekle postoji pa ju je geometar ili agronom po njezinoj površini unutar te livade okularno procijenio ili na samostojećim privatnim ili uopće manjim šumskim česticama.

Naša privremena uputstva o održavanju katastra (god. 1954.) predviđaju, da se za česticu može uzeti kao minimum  $200 m^2$ . Za šumske čestice taj minimum nismo mogli u našem radu prihvatiti. Tako mala površina može u pojedinim slučajima značiti površinu projekcije krošnje jednoga ili najviše nekoliko starijih stabala listača, što nikako ne bismo mogli uzeti kao veličinu za šumsku česticu. No, geometar, kad je na nečijoj livadi našao šumsku vegetaciju s površinom od bar  $200 m^2$ , mogao ju je prema citiranom uputstvu izlučiti kao posebnu česticu. Eventualno manje površine od  $200 m^2$  neke kulture uopće unutar neke veće čestice geometar je trebao ocijeniti okularno.

S druge strane u pojedinim slučajima (naročito u slučaju privatnih šuma) promatrajući samo stereograme, nismo mogli doći do istog zaključka u pogledu veličine šumskih čestica kao geometar ili agronom, koji su svaku česticu obišli od graničnog kamena do kamena sa snimkama u ruci te vidjeli njezinu namjenu i pokrov. Mi smo mjestimično vidjeli na stereogramu samo granicu šumske vegetacije, a ne uvijek i dovoljno jasno njezinu vlasničku granicu, koja nije u svakom slučaju identična s granicom šumske vegetacije.

Kao pašnjaci (u daljnjim crtežima označeni s *P*) u k. o. G. Dubrave su okategorizirane većinom one površine, koje su obrasle bujadi, gdje je petrografski supstrat (vapnenac) dijelom izbio na površinu, a od šumske vegetacije dolazi tu i tamo grmlje ili uzrastom vrlo oskudna viša stabla. S obzirom na te karakteristike kao i na činjenicu, da je u momentu aeronsimanja visina bujadi bila oko  $50$  do  $60$  cm, te su se površine stereoskopski ipak izdiferencirale. Vegetacijski reljef bujadi došao je do izražaja u stereoskopskom modelu kao blago namreškana površina.

One površine, koje su obrasle travama (uz gotovo nikakav stereoskopski reljef), a nisu prema navedenim kriterijima okategorizirane niti kao šume niti kao pašnjaci, smatrali smo livadama. Na njima se pojavljuju pojedinačna stabla ili manje skupine.

Kod sobne dešifraže i izmjere nije bilo poteškoća kod stereoskopske identifikacije u vezi s oranicama (*N*). Od njih su ostale vjerojatno neobuhvaćene one površine, koje su bile neobrađene već više godina prije aeronsimanja, pa su vjerojatno svrstane u livade ili pašnjake.

Kod puteva (*p*), koje smo uzimali — kako se to naknadno vidjelo — sa širinom, uglavnom većom od  $2 m$ , nisu bili svuda u dostatnoj mjeri zapaženi ni u našu izmjeru uklopljeni cestovni jarci.

Kao dvorišta (*s*) smatrali smo u selu one površine (bez obzira na njihovu veličinu), koje stoje neposredno oko zgrada, a nisu obrađene niti sistematski zasađene voćkama. U stratum dvorišta ušle su i površine pod stambenim i gospodarskim zgradama.

Voćnjake smo dešifrirali razmjerno lako (V), a vinograde, kojih ionako imade vrlo malo duž naših taksacijskih linija, nismo zapazili ni na jednom mjestu.

Katastarski operat diferencira još i neplodno zemljište, površine pod vodom (rijeke, potoci, kanali) i željezničku prugu.

Cijela k. o. G. Dubrave ima ukupnu površinu od 2.780 ha. Glavni vodotoci (rijeka Dobra i Bistra) i željeznička pruga nalaze se na periferiji općine. Ni te vodene tokove, ni površinu pod željezničkom prugom nismo podvrgli linearnoj taksaciji. Kod našega kasnijeg obračuna uzimali smo stoga površinu od 2.780 ha, smanjenu za površinu pod vodama i željezničkom prugom, tj. uzimali smo površinu k. o. G. Dubrava sa 2.749 ha (reducirana površina).

Neplodno zemljište (kojega ima oko 10 ha, kao i površinu pod parkom od 1 ha) nismo mogli uočiti u našoj taksaciji. Ti stratumi ne dolaze nigdje neposredno do izražaja. Ušli su vjerojatno na različnim mjestima u druge stratume.

#### PRIPREMA — PREPARATIONS

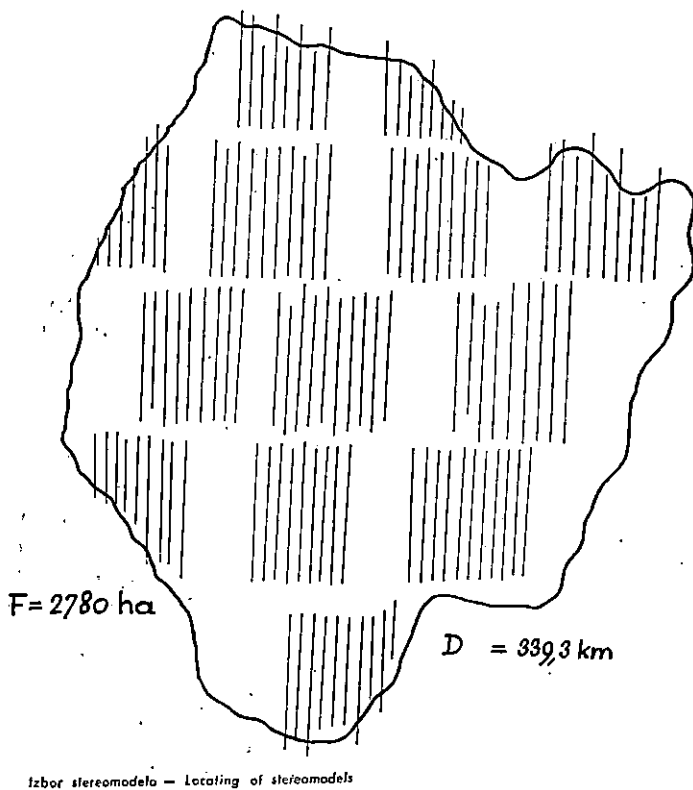
Sobnom (institutskom) radu prethodile su kancelarijske i terenske pripreme. Za tretirano područje uzeti su potrebni podaci, koji se odnose na sistematizaciju aerosnimaka po redovima, na prikupljanje koordinata i visina orijentacijskih točaka, na osnovi kojih smo obavili našu izmjeru stereotopom (*Zeiss-Aerotopograph* vidi i *Šumarski list 1—2 iz god. 1961.*). Prije same izmjere obavljena je i terenska komparacija (dešifraža aerosnimaka u vegetacijskom smislu).

Budući da su izvorne aerosnimke izrađene u približnom mjerilu 1 : 12.500 kao svrsishodno mjerilo izmjere u stereotopu uzeto je mjerilo 1 : 10.000.

Orijentacijske točke za pojedine modele nanese su ubodom igle u mjerilu 1 : 10.000 na listove mm-papira korisnog formata (17 × 25) cm<sup>2</sup>. Kraj uboda označen je broj orijentacijske točke i njezina nadmorska visina do na dm. Maksimalne visinske razlike orijentacijskih točaka u pojedinim modelima kretale su se od 8 do 123 m. Samo u dva slučaja premašena je ta razlika preko iznosa 3% od visine leta. S obzirom na to mogli smo kod računskih zahvata u vezi s radom na stereotopu primijeniti jednostavnije formule.

Za izmjeru smo upotrijebili svaki drugi stereomodel, tj. 13 stereomodela od ukupno 35, koliko otpada na područje k. o. G. Dubrave. Tih 13 modela (vidi sl. 1) su manje više jednolično raspoređeni po spomenutom području. Za tih 13 modela maksimalne visinske razlike orijentacijskih točaka modela iznose u prosjeku 42 m.

Na modelima, gdje nije bilo dovoljno orijentacijskih točaka, uzete su s već gotovog plana u mjerilu 1 : 2.500 Majzakovim trokutima koordinate, a više pomoću slojnica toga plana. Te orijentacijske točke uzimane su po mogućnosti na najpovoljnijim mjestima modela. Za rad na stereotopu potrebne su minimalno 4 orijentacijske točke u uglovima modela s poznatim kordinatama i visinama.



Sl. — Fig. 1.

Sistem paralelnih linija, potrebnih za taksaciju, realiziran je crtanjem crnih i crvenih po 5 mm međusobno razmaknutih linija na potpuno transparentnom listu astralona. Potrebni razmaci su naneseni koordinatografom autografa Wild A-7.

STEREOFOTOGRAMETRIJSKA LINEARNA IZMJERA  
STEREOPHOTOGRAMMETRIC LINEAR SAMPLING

*Zeissov* stereotop, koji je upotrijebljen za izmjeru, uklanja pomoću ugrađenih lineala deformacije tlocrta i visina, koje mogu nastati uslijed aproksimiranja konkretnog slučaja s tzv. normalnim (snimke iz iste visine s okomitim optičkim osima na bazu snimanja) i zbog centralne perspektive.

Pomoću zadanih orijentacijskih točaka i računala (lineala) instrumenta stereogrami su orijentirani i pantografom priključeni za izmjeru u mjerilu 1 : 10.000. Kontrolnim opažanjima prije i poslije izmjere utvrđeno je da je ukupna prosječna pogreška položaja pojedinih orijentacijskih točaka iznosila  $\pm 0,55$  mm. To je nešto veći iznos, nego što se može očekivati prema ranijim ispitivanjima, koja je objavio proizvođač ( $\pm 0,2$  do  $\pm 0,3$  mm). Smatramo da tu veću pogrešku (razlika orijenta-

cijske točke nanijete na *mm*-papir i kartirane iz modela) treba prvenstveno pripisati nešto slabijoj definiranosti orijentacijskih točaka u kontaktnim kopijama pomoću kojih smo obavljali njihovu dešifražu. Gornji podaci o točnosti u prvome se redu odnose na ukupne dužine između orijentacijskih točaka (iznos  $\pm 0,55$  mm), a ne na tzv. susjedsku točnost dviju bliskih točaka.

Nakon obavljene orijentacije *mm*-listovi su uklonjeni (*mm*-listovi s nanesenim orijentacijskim točkama). Na lijevu snimku u stereotopu pričvršćena je magnetima i »nadirbandom« spomenuta astralonska folija s nacrtanim taksacijskim linijama. Novi list čistog *mm*-papira stavljen je postepenim zaokretanjem pod pantograf stereotopa, tako da su uzdužne linije *mm*-lista paralelne s taksacijskim linijama astralona.

Stereoizmjera može sada početi. Prostorna markica vođena je tako, da je lijeva parcijalna markica najprije monokularnim promatranjem stavljena uvijek na lijevoj snimci na odnosnu taksacijsku liniju. Izmjera na toj, po redu prvoj liniji započinje spuštanjem prostorne markice na model (uz gornji ili donji rub modela), gdje počinje neki od tretiranih stratuma (šuma, livada, pašnjak itd.). Iglicom pantografa to je mjesto kartirano na priloženom *mm*-papiru. Duž iste taksacijske linije prostorna se markica premještala na kraj dotičnog stratuma uvijek stavljajući najprije samo lijevu parcijalnu markicu po taksacijskoj liniji na lijevoj snimci približno na kraj tog stratuma, pa se zatim finije stereoskopski uvi-zira to isto mjesto. Iglicom pantografa registriramo taj završetak na *mm*-papiru. Početak i kraj dotičnog stratuma u profilu treba obilježiti slovom pripadne kulture (*S*, *L*, *P* itd.). Markica se po istoj liniji premješta dalje uvijek na mjesto promjene stratuma, koji su identificirani na način, kako je to prije spomenuto.

Za čitav sustav taksacijskih linija u jednom modelu dobiva se na *mm*-papiru niz uglavnom paralelnih linija (profila) kroz vegetacijske skupine, izražene većinom zemljišnim česticama. Linije su samo uglavnom paralelne zbog toga, jer se radi o neravnom zemljištu. Pravac preko centralne perspektive lijeve snimke, kojom je preslikan neravan teren, ne predstavlja pravac u naravi. A niti dva paralelna pravca, postavljena preko one snimke, ne predstavljaju u naravi pravce, koji bi bili međusobno strogo paralelni.

Na isti način, kako je gore opisano, obavljena je stereoizmjera za svih 13 spomenutih modela. Kontaktne kopije izrađene su na fotopapiru bez ikakve armature. Prije spomenuta površina od 1000 m<sup>2</sup> mogla se procijeniti pomoću paralelnih linija astralona.

#### OBRAČUN — COMPUTATIONS

Dužine u pojedinim profilima trinaest odabranih modela, koji se odnose na pojedine stratume, izmjerene su naknadno pomoću mreže *mm*-papira služeći se povećalom. Kako je spomenuto, kartirani profili nisu strogi pravci, no njihovo odstupanje od pravca je vrlo malo.

U poseban manual bilježene su u smjeru uzdužne osi izmjerene udaljenosti od gornjeg ruba mreže *mm*-papira kontinuirano za pojedine točke

profila do na desetinku  $mm^*$ . Razlika za dva susjedna čitanja dala je dužinu stratuma na tom mjestu u desetinkama  $mm$ . Dužine — u granicama točnosti instrumenta i točnosti izvršene orijentacije — odgovaraju u mjerilu snimke faktičnim dužinama (pripadnim) u prirodi.

Sumiranjem svih tih parcijalnih dužina pojedinog stratuma duž svih profila dobio se broj  $d_1$ , koji karakterizira udio tog stratuma.

*Veličina  $d_1$  pojedinih stratuma izražena u mm*  
 *$d_1$ -size of individual strata expressed in mm.*

Tab. I

| N    | S     | L    | P    | p   | s   | V   | G | D     |
|------|-------|------|------|-----|-----|-----|---|-------|
| 3721 | 14016 | 9366 | 5706 | 338 | 216 | 559 | 8 | 33930 |

Iz odnosa  $\frac{d_1}{D} 100$  dobiva se postotni udio pojedinog stratuma. (S G je u tablici I. označen linearni podatak za groblje, koje se dobro preslikalo usred jednog zaseoka i na koje smo naišli kod linearne taksacije).

Suma svih reprezentativnih linija (vidi Sl. 1) predstavlja spomenutu reduciranu površinu  $F$  katastarske općine G. Dubrave (2749 ha). Množe li se iznosi  $\frac{d_1}{D}$  s  $F$ , dobiva se površina pojedinog stratuma u ha. Pretpostavka je, naravno, kod toga poznata površina  $F$ , koja dolazi ili kao poznata površina nekoga zatvorenog područja ili se može izračunati iz koordinata graničnih trigonometara.

#### TOČNOST I EKONOMIČNOST — ACCURACY AND ECONOMY

U tablici II. sadržani su rezultati provedene linearne taksacije površina u postocima, i to primjenom svake linije (razmaci 5 mm), gdje  $\mu = 1$ , svake druge ( $\mu = 2$ ), svake treće ( $\mu = 3$ ) itd. linije (v. i shematsku sliku Sl. 1) za 7 glavnih stratuma (njive, šume, pašnjaci, livade, putovi, dvorišta sa zgradama i voćnjaci).

Posljedni redak daje postotni udio pojedinih stratuma prema iskazu površina, koji je u god. 1962. izradio Zavod za novu izmjeru zemljišta u Zagrebu. Taj je iskaz sastavljen i izrađen na temelju detaljnog računanja površina svih zemljišnih čestica u k. o. G. Dubrave (njih oko 7.000). Suma

\* Prilikom posjeta autora pogonu Zeiss-Aerotopograph, München, g. 1960. obavljeno je stereotopom pokusno kartiranje profila u modelu jednoga ekstremno brdovitog terena iz Zap. Njemačke i k tome uz neorijentirani model. Poprečna razlika u čitanju uzdužne komponente dijela slomljene linije (koji se odnosio na neki stratum) umjesto kose dužine bila je pri tom pokusu unutar grafičke točnosti (0,2—0,3mm).



postotaka u posljednjem retku ne iznosi 100,00, jer — kako je već spomenuto — neki stratumi (vinogradi, neplodno zemljište, parkovi) nisu ušli u našu linearnu taksaciju, a sadržani su u površini od 2.749 ha, od koje su računati postoci pojedinih stratuma u posljednjem retku tablice II.).

Tab. II

| $\mu$ | N    | S    | L    | P    | p   | s   | V   |
|-------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 1     | 11,0 | 41,3 | 27,6 | 16,8 | 1,0 | 0,6 | 1,6 |
| 2     | 10,7 | 41,0 | 28,2 | 16,6 | 1,0 | 0,7 | 1,7 |
| 3     | 10,9 | 41,3 | 27,5 | 16,9 | 1,0 | 0,7 | 1,6 |
| 4     | 10,3 | 40,5 | 27,8 | 17,7 | 1,1 | 0,7 | 1,9 |
| 5     | 11,5 | 40,7 | 28,2 | 16,3 | 1,1 | 0,9 | 1,3 |
| 10    | 10,3 | 40,1 | 31,2 | 16,0 | 1,0 | 0,3 | 1,1 |
|       | 11,9 | 44,3 | 25,7 | 14,4 | 1,5 | 0,4 | 1,4 |

Kao mjeru za varijabilitet naših opažanih veličina (postotaka) uzimamo disperziju (varijancu), i to onu koja se pojavljuje unutar trinaest u postupku upotrijebljenih stereomodela. Ta varijanca »unutar blokova« ( $\sigma^2$ ) dobivena je kao srednje kvadratno odstupanje opažanja  $x$  (postotaka) po pojedinim linijama za pojedine stratume od pripadnih sredina u modelima  $\bar{x}$

$$\sigma^2 = \frac{\sum l (x - \bar{x}_1)^2 + \sum l (x - \bar{x}_2)^2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots - 13}$$

Kao težine su uzete dužine ( $l$ ) pripadnih profila u km, i to kod računanja veličina  $\bar{x}$  kao i kod računanja iznosa  $\sigma^2$ . S  $n$  su označeni brojevi profila u pojedinim modelima.

Srednja pogreška aritmetičke sredine (podaci iz gornjeg dijela tablice II.) izračuna se po poznatoj formuli

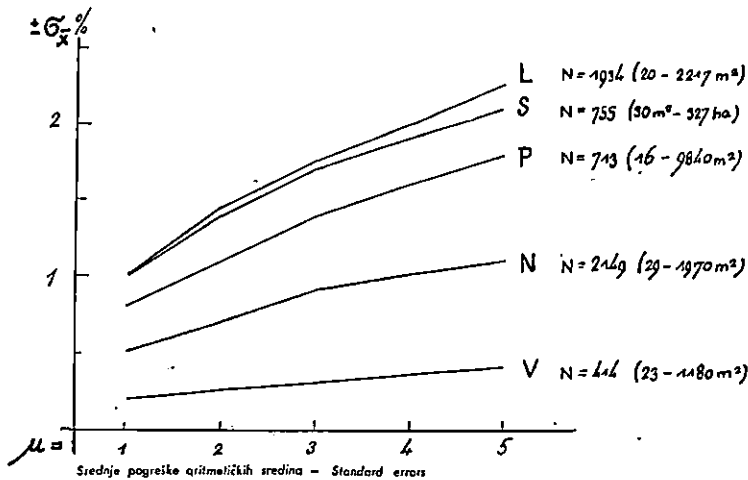
$$\sigma_{\bar{x}} \% = \pm \sqrt{\frac{\sigma^2}{\sum l}}$$

Kod primjene svake taksacijske linije  $\sum l$  iznosi 339,3 km, kod svake druge 174,3 km, svake treće 117,6 km, svake četvrte 91,5 km, a kod svake pete taksacijske linije 72,3 km.

Izračunate srednje pogreške dobivenih postotaka za oranice, šume, livade, pašnjake i voćnjake unesene su u grafikon sl. 2. iz koje se zorno vidi kretanje pogreške  $\sigma_{\bar{x}}$  u ovisnosti o razmaku taksacijskih linija. Želimo li srednje pogreške podataka (postotni udio pojedinog stratuma) držati manjima od  $\pm 1$  do 1,5% kod mjerila snimaka 1 : 10.000 do 1 : 15.000 uz

manje više raspoređene stratume kao u području G. Dubrava, taksacijske linije ne bi smjele biti u većem razmaku od 10 mm.

Broj parcela pojedinog stratuma (prema katastarskim podacima) i raspored njihovih veličina upisali smo u Sl. 2.

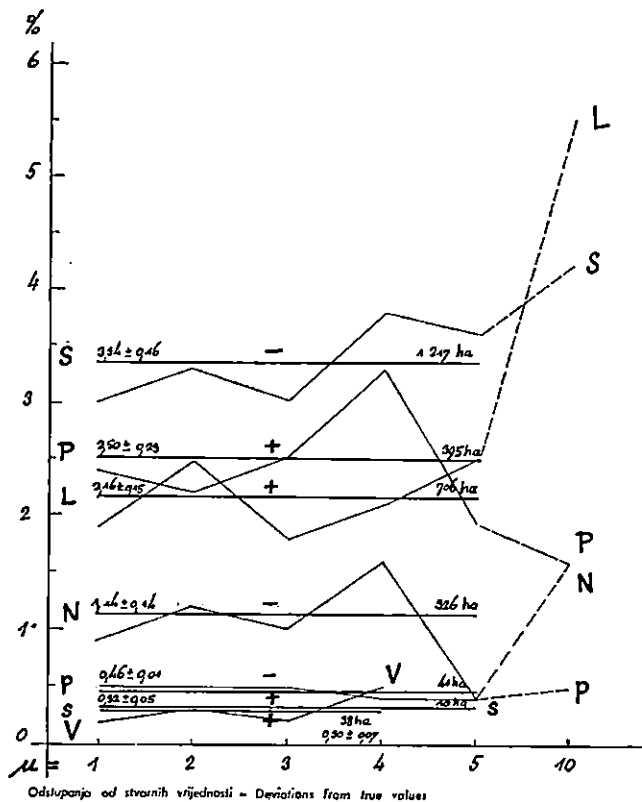


Sl. — Fig. 2.

Odstupanja između podataka (postotaka) linearne taksacije i podataka površinske inventarizacije, dobivenih totalnom izmjerom i detaljnim računanjem površina, prikazana su u Sl. 3. za pojedine stratume. Apscise 1, 2, 3, ..... 10 odnose se na sisteme, gdje je uzeta u obzir svaka, svaka druga. .... deseta linija. Tanke linije pokazuju kretanje spomenutih odstupanja u ovisnosti o različitim razmacima taksacijskih linija. Horizontalne deblje linije pokazuju prosječno odstupanje dotičnog stratuma u linearnoj taksaciji za slučaje  $\mu = 1$  do  $\mu = 5$ . Lijevo uz te deblje linije upisani su prosječni iznosi tih odstupanja zajedno s prosječnom pogreškom tih iznosa. Predznaci uz te horizontalne linije pokazuju, da li su podaci linearne taksacije preniski ili previsoki.

Odstupanja, koja su se pojavila, imaju svoj glavni uzrok u različitim kriterijima kod klasifikacije kultura po geometru ili agronomu kod terenske dešifraže i naše prigodom sobnog rada, bilo da se radi o principijelnim razlikama u shvaćanjima ili o tehničkim mogućnostima. Što se tiče ovoga posljednjega, mogućnosti za identifikaciju kultura obilaskom svake pojedine čestice s komparacijom snimke i terena a priori su veće, nego u slučaju kad se radi o sobnom radu ili čak i o sobnom radu s djelomičnim obilaskom terena.

Evo nekoliko podataka o ekonomičnosti poduzete inventarizacije. Kod rada s pojedinim stereomodelom dolaze do izražaja ove stavke:



Sl. — Fig. 3.

|                                   | Kod primjene<br>svake linije | Kod primjene<br>svake druge linije |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Priprema za<br>mjerni proces      | 2,9 s.                       | 2,9 s.                             |
| Terenska dešifraža                | 3,0 s.                       | 3,0 s.                             |
| Orijentacija<br>u stereotopu      | 3,1 s.                       | 3,1 s.                             |
| Izmjera po linijama               | 5,5 s.                       | 2,8 s.                             |
| Obračun po<br>jednom stereomodelu | 3,0 s.                       | 1,5 s.                             |
|                                   | 17,5 s.                      | 13,3 s.                            |

Navedeni podaci dobiveni su u prosječnom iznosu za tretiranih 13 stereomodela. Uzme li se u obzir ukupna površina na kojoj je obavljena inventarizacija (2.749 ha), dolazimo do satnog efekta za prvi (primjena taksacijskih linija razmaknutih 5 mm) slučaj s iznosom  $E_s = 12$  ha i drugi slučaj (taksacijske linije razmaknute 10 mm)  $E_s = 16$  ha.

## ZAKLJUČAK — CONCLUSION

Recentna inventarizacija površina nekoga zatvorenog vegetacijskog područja može se dovoljno pouzdano provesti metodom stereofotogrametrijske linearne taksacije uz pretpostavku, da nije potrebno poznavanje vlasničkih odnosa kao npr. kod izrade katastra zemljišta.

Postignuti satni efekt kod provedenog istraživanja na području s ukupnom površinom od oko 2.800 ha, uz uvjet da se obavlja taksacija svih postojećih važnijih površina, iznosi 16 ha po satu, ako se taksacijske linije uzmu u razmaku od 10 mm, a 12 ha po satu, ako su taksacijske linije razmaknute 5 mm. (Mjerilo aerosnimaka 1 : 12.500). U oba slučaja srednje pogreške dobivenih postotnih iznosa udjela za pojedine stratume manje su od  $\pm 1,5\%$ .

Primjenom linija u razmaku od 25 mm  $E_s = 26$  ha, a postignuta točnost za pojedine stratume između  $\pm 0,4\%$  i  $\pm 2,3\%$  (Sl. 2.).

Orientacijske točke, koje su potrebne za taksaciju površina u neravnom terenu, mogu biti zadane ili kao prethodno izračunate po koordinatama i visinama, ili se mogu preuzeti s postojećih planova.

Stereofotogrametrijska linearna izmjera može biti posebno zanimljiva za šumska područja odnosno njegove dijelove, gdje se čiste i mješovite sastojine gospodarski važnijih vrsta drveća (višega i nižeg uzrasta, manje ili veće obraslosti) dobro dešifriraju na recentnim podesnim aerosnimkama (pan-film, infra-film, kolor film ili slično) te time omogućuju detaljnu površinsku inventuru.

Primjena metode (s obzirom na pitanje ortogonalne projekcije) pokazala se sasvim prihvatljivom, ako visinske razlike terena u pojedinom stereomodelu leže uglavnom ispod 100 metara. Kod rada — u slučaju većih i vrlo velikih visinskih razlika terena — uređaj za mjerenje profila kao dodatak stereoplanigrafu Zeiss C 8 ima jednoznačan smisao i dalekosežnu primjenu za stereofotogrametrijsku linearnu taksaciju. Taj uređaj u zajednici s Ecomatom i računskim automatima daje numeričku registraciju po profilima. U slučaju primjene ovakvih pribora bit će potrebna suradnja stručnjaka, koji obavlja taksaciju (stereoskopska opažanja) s fotogrametrima većih fotogrametrijskih instituta.

## LITERATURA — REFERENCES

1. *Iivessalo Y.*, The forests of Suomi, *Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finnladaiae*, Helsinki 1927.
2. *Lindeberg J. W.*, Über die Berechnung des Mittelfehlers des Resultates einer Linientaxierung, *Acta for. fenn.*, 1924.
3. *Loetsch F.*, Waldflächeninventur im Kleinprivatwald mit Stichprobenverfahren unter weitgehender Benutzung des Luftbildes, *Forstarchiv*, 8, 1955.
4. *Thorell E.*, Metode i važniji rezultati statističke procjene šuma u Švedskoj, *Šum. List*, 1931.
5. *Tomašegović Z.*, Stereofotogrametrijska linearna taksacija, *Šum. List*, 1—2, 1961.
6. *Prodan M.*, Forstliche Biometrie, München 1961.
7. *Spurr S. H.*, Aerial photographs in forestry, New York 1948.
8. *Spurr S. H.*, Photogrammetry and photo-interpretation, New York 1960.

### Summary

Recent surface inventory of a given closed vegetation area may be carried out in a sufficiently reliable manner by using the method of stereophotogrammetric linear measurement, with the assumption that no knowledge of the ownership relations such as when establishing a cadastral register is needed.

The hourly output achieved in the course of this investigation over an area totalling about 2,800 ha. — on condition that measurement of all the existing more important areas be done — amounts to 16 ha./hour if the measurement lines are taken at 10 mm.-distance, and to 12 ha./hour when the spacing between the measurement lines is 5 mm. (at a scale of 1 : 12,500 on aerial photos). In both cases the mean errors of the obtained percentage shares for individual strata were under  $\pm 1.5\%$ .

When lines with 25 mm-intervals were applied, the efficiency was:  $E_s = 26$  ha., and the accuracy achieved for individual strata ranged between 0.4 and 2.3% (Fig. 2).

Control points necessary for the area determination on an uneven ground are given either as previously computed, according to the coordinates and heights, or are taken from the existing maps.

Stereophotogrammetric linear surveying may be of special interest to forest regions or parts thereof, where the pure and mixed stands of commercially more important tree species (of higher or lower growth, thinner or fuller stocking) are easy of interpretation on recent suitable aerial photos (panchromatic, infra-red, colour films or the like), thus enabling a detailed surface inventory.

The method applied (with regard to the question of the orthogonal projection) proved quite acceptable when the level differences of the ground in individual stereomodel lay generally below 100 m. When working in the presence of larger or very large level differences, a far-reaching and unambiguous meaning for the stereophotogrammetric linear measurement is possessed of an equipment for profile measurements, e. g. as an additional unit to the Zeiss Stereoplanigraph C 8. Such equipment, in conjunction with Ecomat and electronic computers, provides numerical recording by profiles. When using such instruments a collaboration will be needed between the expert carrying out the measurement (stereoscopic observations) and photogrammetrists from the larger photogrammetric institutes.