

# FOTOINTERPRETACIJA PO KANADSKOM UZORU

Zdenko TOMASEGOVIĆ — Zagreb

Kanada spada očito u red onih razvijenih zemalja u kojima postoje realne potrebe i mogućnosti za dinamični razvoj fotointerpretacije. Svojim upornim, entuzijastičkim radom fotointerpretatori Kanade postigli su proteklih pet decenija pripadno mjesto uz — ne manje za fotointerpretaciju značajne — zemlje naime uz Sjedinjene države Amerike i Sovjetski savez. Dokaz za to su i referati\* predočeni »Seminaru za fotointerpretaciju u razvoju Kanade« u Ottavi od 13 — 15. III 1967. o kojima je ovdje riječ. Na tom simpoziju surađivali su Kanadani sa svojim kolegama iz SAD i Evrope.

Bitne tri dimenzije predočenih iskustava ocrtavaju se u primjeni tehničkih sredstava, metodologiji, te razvijanju odgovarajuće nastave.

## I

U pogledu bazičnog materijala — aerosnimaka — zahtjevi kanadskih fotointerpreta su određeni i ne mali. Aerosnimke proteklih pet decenija nabavljaju kanadski stručnjaci u »National Air Photo Library (Department of Mines and Technical Surveys)« u Ottawi.

Nije izoliran slučaj da velika poduzeća, koja iskorištavaju prirodna bogatstva (šume, vode, rude, poljoprivredna zemljišta), vrše samostalna, vlastita aerosnimanja vlastitim kamerama s obradom u vlastitim laboratorijima.

Što se tiče fotointerpretatora od njih se traži da poznaju svaku fasetu operacije kod aerosnimanja kao što su tip aviona za snimanje, postolja kamere koja absorbiraju vibraciju, osobine aerofotokamere, kvalitet optike, sposobnosti pilota i navigatora, tip filma, tačnost ekspanze, način razvijanja itd.

Neinformiranost može dovesti do toga da korisnik aerosnimka, koji nije ni indirektno sudjelovao kod aerosnimanja, prekasno uvidi neprikladnost rezultata.

U pogledu aerofotomaterijala kanadski fotointerpretatori traže:

a) da su negativ tako ekspanzirani i razviti da se i u krajnjim kutnim dijelovima mogu razlučivati detalji i na najtamnijim mjestima.

b) kao normalnu žarišnu daljinu kamere takvu koja će biti približno jednaka diagonali korisnog formata snimka e da bi negativ bio posvuda približno jednake gustoće.

c) da se održava ispravan odnos između  $\gamma$  — vrijednosti koje se žele ostvariti kod razvijanja filma i dužine ekspanze naročito ako specifični zahtjevi nisu u skladu s onim što je postavio proizvođač filma kao »normalno«.

\* Proceedings - 2nd Seminar on Air Photo Interpretation in the development of Canada, Ottawa 1968, str. 1 do 213.

Adresa autora: Dr Zdenko Tomašegović - Sumarski fakultet Zagreb, Simunska 25



Samo tako će negativ imati optimalnu »gustoću« i kontraste.

d) za tamošnje uvjete  $\gamma > 1$ , te to veći što je prirodni raspon rasvjete niži (prerije, šume) pa makar to kod  $\gamma = 1,12$  ili  $\gamma = 1,57$  izazvalo i manju moć razlučivanja.

e) razvijanje filmova u aparatima za kontinuirano razvijanje (tipa *Kodak Versant*) dajući tim aparatima prednost pred onima evropskog tipa gdje se kod razvijanja film premata s jednog kalema na drugi i obratno te je često više razvit u sredini nego li na kraju pored drugih mana (pitanje trajanja razvijanja ako nije eksponirana čitava dužina u magazinu, zatezanje kod promjene smjera itd.). Kodakovi aparati za razvijanje transportiraju film kod razvijanja u jednom kompletnom ciklusu i ne namataju ga na kolut dok nije razvit i osušen. Određena se vrijednost za  $\gamma$  dobiva mijenjanjem brzine procesa.

f) arhiviranje filma kod maksimalno 50% relativne zračne vlage, te temperature od oko 15° C.

g) primjenu izjednačenja kontrasta kod izrade kopija negativa elektronskim uređajima, a uz primjenu »tvrdega« pozitivskog materijala.

Prednost daju novijim uređajima za kopiranje *Logetronics (Log E Mark II)*, koji su modulirani obzirom na brzinu kretanja svjetlosne zrake, a ne obzirom na njen intenzitet te imaju dotjeraniju elektroniku. Takvim instrumentarijem se preko negativa prelazi samo jednom.

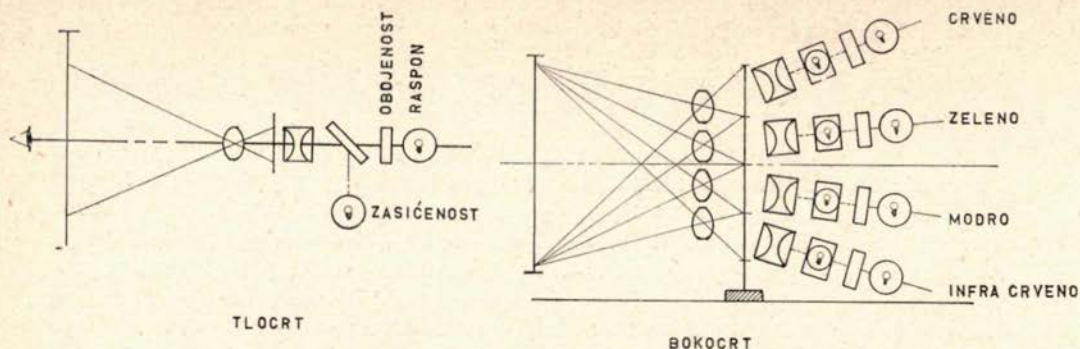
U pogledu »normalne« kolor fotografije daju prednost kolor negativima. Tehnologija kolor — pozitivskog materijala je teža i manje kvalitetna. Postoji i mogućnost izrade vrlo kvalitetnih crno-bijelih pozitiva iz kolor negativa. Kolor pozitivi dobiveni reprodukcijom sa kolor negativa obično su kvalitetniji te ako je podloga stabilna (*Cronar* i sl.) postoji mogućnost da posluže za mjerne svrhe u stereoinstrumentima umjesto skupljih kolor diapozitiva.

Što se tiče infracrvenog aerofilma *Ektachrome* (poznatog i pod imenom »false colour«) izvršeni su neki pokusi u vezi s tim da se razviju kao negativni. Rezultat nije bio u prvi čas zadovoljavajući. Ali na zahtjev kanadskih fotointerpretatora Kodak je tu emulziju usavršio na taj način da je pomoću takvih negativa moguće izraditi crno-bijele pozitive kao uz pomoć panhromatskog filma. Takvi bi pozitivi mogli biti od koristi onda kad se želi iz ovog materijala doći do određenih informacija baš na crno-bijeloj kopiji.

Osim konvencionalne fotografske registracije uz pomoć valnih duljina elektromagnetskog spektra od 360 do 700 m $\mu$  (panhromatska fotografija) te onih od 700 do 900 m $\mu$  (infracrvena fotografija prvog stupnja) nastoji se razvijati tehnika multispektralne fotografije, satelitske TV fotografije, te registracije pomoću infracrvene radijacije u valnom području od 800 — 1400 m $\mu$  (termogrami) kao i pomoću valnog područja od 1,0 — 3,0 cm. (radargrami).

Započeta su istraživanja sa multispektralnom kamerom, koja daje istovremeno fotografije snimanog predjela u četiri valna područja: modrom (385 do 520 m $\mu$ ), crvenom (590 do 720 m $\mu$ ), u zelenom (480 do 610 m $\mu$ ) te u dijelu infracrvenog (700 do 960 m $\mu$ ). Za istovremeno promatranje takvih četiriju fotografija identičnog isječka terena kao jedne aditivno složene slike u bojama konstruiran je projektor sa ekranom.





Sl. 1. Shema optičkog sistema multispektralnog projektora

Dosadašnji pokusi su pokazali da taj multispektralni sistem daje takve slikovne predodžbe u boji, koje se mogu iskoristiti za fotointerpretaciju finih geofizičkih detalja, fotointerpretaciju u šumarstvu, poljoprivredi, za pedološka istraživanja kao i za vojne svrhe (otkrivanje kamuflaža itd.).

Preduvjet za uspješan rad je: kalibrirana kamera (četiri objektiva od po 7 inča žarišne daljine —  $f/2,5$  — precizno korigirana obzirom na žarišnu duljinu i distorziju), sa komparacijom za pomake slike, senzitometrijska kontrola razvijanja filma, poznavanje spektralne distribucije raspoložive rasvjete na terenu, te potreba kombinacija filter — film. Za određivanje spektralne refleksije sa objekta na terenu bit će potrebno konstruirati i prenositi spektrofotometar za valne dužine 350 — 1000  $m\mu$ .

Multispektralna kamera daje nizove grupa od po četiri spektralna negativa na istom komadu filma, ali je moguća i upotreba četiri zasebna komada filma za dobivanje četiriju spektralnih negativa. Svaka spektralna zona se registrira kroz pripadni objektiv tako, da je moguća korektna eksponaža za svaki negativ.

Optičke osi četiriju objektiv okomite su na ravninu filma tako, da se dobivaju četiri prostorno slična negativa.

Kad je film razvit te se promatra na ekranu projektora (sl. 1) pojavljuju se identični multispektralni negativ, koji se razlikuju samo po »gustoći«. Te razlike potječu djelomično od selektivne spektralne refleksije objekata sa zemljišta.

Projeciranjem četiriju pozitiv spektralnih negativa na ekran projektora dolazi se do jedinstvene slike u boji tako, da se registrira jedna na drugu koristeći raznobojne primarne izvore svjetla za svaki pozitiv kao u sl. 1.

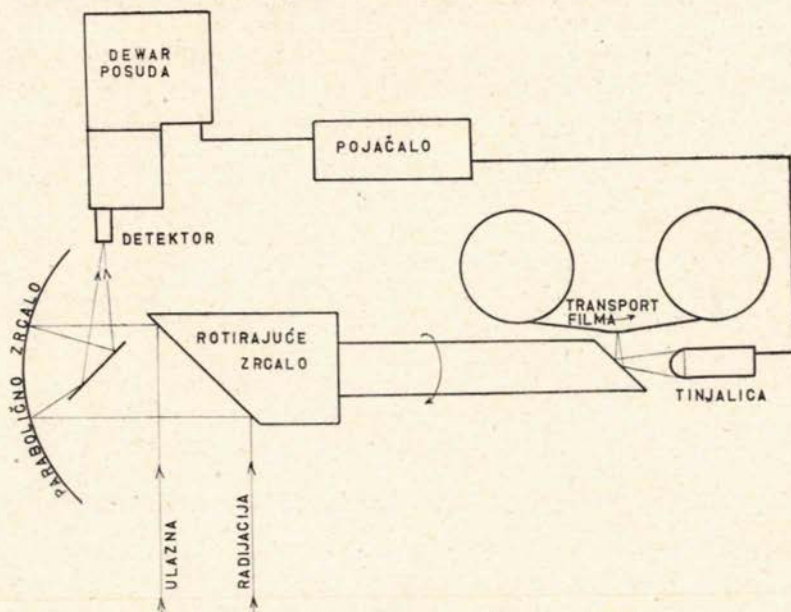
Projektor je tako konstruiran da interpretator može dotjerivati dominantne valne dužine (pitanje obojenosti), čistoću slike (pitanje zasićenosti) te raspon rasvjete izvora rasvjete za svaki spektralni pozitiv.

Za dobivanje termograma koristi se odgovarajuća kamera — registrator (*I. R. Scanner*), koja prima toplinsku radijaciju za Zemljine površine te je transformira u električnu energiju i napokon u svjetlosne signale. Ti se registri raju na filmsku vrpcu. Premda su zasada visine leta za taj tip nekonvencionalne fotografije ograničeni (oko 1000 m) te premda je potreban još daljnji razvoj, koji će dati veću moć razlučivanja ovih termograma ipak je nastojanje vrijedno odgovarajućeg prikaza.



Sve materije, koje imaju temperaturu iznad apsolutne nule zrače toplinsku energiju. Radijacija te energije ovisna je o apsolutnoj temperaturi (izraženoj po Kelvinovoj skali) i sposobnosti emisije nekog materijala. Emisivnost je odnos emitirane energije iz nekog tijela i one emitirane od savršenog radijatora iste temperature.

Tzv. »crno tijelo« je savršeni radijator, koji po spomenutoj definiciji ima emisivnost 1. Većina materijala sa Zemljine površine pa i voda, premda nisu savršeno crna tijela, imaju veliku emisivnost pa se mogu za potrebe prakse tretirati kao takva. Za takva tijela raste energija radijacije sa apsolutnom temperaturom tijela. maksimalne valne duljine te radijacije padaju sa povećanjem temperature. U vidljivom spektru zagrijana tijela žare najprije tamno crveno zatim otvorenije crveno, pa tada bijelo.



Sl. 2. Registrator infracrvene radijacije (IR Scanner)

U atmosferi dolazi do djelomične apsorpcije toplinskog zračenja pretežno<sup>o</sup> utjecajem ugljičnog dioksida i vodene pare. »Prozori« kroz koje zrači toplinska energija (tijela sa apsolutnom temperaturom između  $260^{\circ} K$  i  $320^{\circ} K$ ) leže jedan u području od oko 3 do  $5\mu$  a drugi u području od oko 8 do  $14\mu$ . U prvom »prozoru« dominira ali reflektirana solarna radijacija iste valne duljine (3 do  $5\mu$ ). To znači područje 8 do  $14\mu$  se može koristiti tokom dana i noći, a područje od 3 do  $5\mu$  samo noću.

Kamera (registrator) termalne infracrvene radijacije (8 do  $14\mu$ ) sastoji se od rotirajućeg zrcala, koje reflektira ulaznu radijaciju preko paraboličnog i drugog ravnog zrcala na detektor (sl. 2).

Os prvog rotirajućeg zrcala paralelna je s osi  $x$  (smjer leta aviona). Za vrijeme leta to zrcalo rotira lijevo — desno (po osi  $y$ ) ( $40^{\circ}$  lijevo i  $40^{\circ}$  desno u odnosu na os  $x$ ) i prima radijaciju iz ravnine okomite osi na os  $x$ . Veličina područja koju »vidi« zrcalo u jednom momentu ovisi o optici sistema, dimenziji detektora i visini leta aviona.



Kao detektori služe:

a) za valne duljine 0,8 do 8  $\mu$  indium-antimonid (*In. Sb*) uronjen u tekući dušik

b) za valne duljine 8 do 14  $\mu$  amalgamirani germanium (*Ge. Hg*) uronjen u tekući helij

c) termistori (oksidi metala, koji mijenjaju vodljivost električne energije pod utjecajem promjene temperature) sposobni za prijem valnih duljina od 0,3 do 14  $\mu$  ali su manje osjetljivi od detektora *In. Sb* i *Ge. Hg* detektora.

Električna energija, koja se pojavljuje u detektoru pojačava se preko pojačala (sl. 2) te aktivira tinjalicu, koja žari proporcionalno sa intenzitetom ulazne radijacije. Ta se svjetlost registrira na 70-mm filmskoj vrpici, koja se kontinuirano transportira brzinom ovisnom od visine i brzine leta

Kod rada tom kamerom (izrada termograma) tijela sa većom temperaturom na Zemljinoj površini registriraju se kao svjetle površine, hladnija tijela kao tamnije površine. Vlaga zemljišta umanjuje kontraste na registraciji. Kutna moć razlučivanja npr. kod visine leta od 150 m iznad terena može se izraziti krugom promjera oko 35 m. Toplinska osjetljivost se može izraziti iznosom od 0,1° C, ali tu toplinsku moć razlučivanja ne mogu potpuno iskoristiti filmom koji dolazi u obzir za rad tom kamerom. Među rezultatima ističe se upotreba termograma kod inventarizacije podzemnih i nadzemnih pritoka vodotoka ako su temperature pritoka različite od temperature glavnog vodotoka kad se radilo o toplijim vodama koje potječu od susjednih tvornica, iz kojih takva voda otječe baš noću.

Toplije i hladnije dijelove pojedinih vodnih površina otkrili su i noćni infracrveni snimci kao na pr. sa satelita *Nimbus II*. Orbitalna fotografija može služiti i za razne meteorološke i hidrološke svrhe (topljenje snijega u proljeće na većim površinama) itd.

Sateliti omogućuju u velikoj mjeri odašiljanje TV fotografije, koje se na Zemlji primaju po određenim terestričkim stanicama. Prvi snimci iz svemirskog prostora bili su kosi snimci, a tek kasnije vertikalni snimci. Prvenstveno su takvi snimci služili za meteorološke prognoze. Moć razlučivanja tih snimaka manja je od one u konvencionalnoj fotografiji kad se uzme u obzir postanak TV fotografije. Dolazi do izražaja veličine »zrna« (elemenata) takve slike, te visine iz kojih su snimljene (više stotina kilometara do više tisuća kilometara od Zemljene površine).

Moguće je i stereoskopsko promatranje primljenih i reproduciranih TV fotosa ako dva uzastopna snimka imaju potreban prijeklop. Dosada najveći uzdužni prijeklop postignut je sa iznosom od oko 30%. Ukoliko opservator ima sposobnost stereoskopskog promatranja izraženu kutnom vrijednosti od 30" moguće je za osrednje uvjete procjenjivanje visinskih razlika — prema dosadašnjim iskustvima — od  $\pm 200$  m. Modulacije signala mogu izazvati postrani pomak elemenata TV slike, koji ima značenje dodatne, pogrešne X — paralakse čime se u stereoskopskom promatranju izaziva promjena dubine. Obično dolazi do toga da tamniji objekti (vodene površine pa i šume), imaju prividno veću dubinu u tim stereomodelima; oblaci lebde iznad terena.

Satelitske TV fotografije iskoristile su se dosad osim za meteorološke svrhe također i za:

— poboljšanje kartografskih podloga Antartika



- geološko-tektonske studije (linearni uzdužni tektonski oblici u S.A.D. Skandinaviji vjerojatno u uskoj vezi sa seizmičkim pojavama)
- diferenciranje objekata kad su kontrasti maleni (glatke ili grebenaste ledene površine, te led — oblaci)
- ograničenje velikih šumskih područja itd.

## II

Najveći broj referata na simpoziju u Ottawi odnosi se na one metode rada u fotointerpretaciji, koje dovode do novih mogućnosti. Te se mogućnosti javljaju na području sociološko-ekonomskih istraživanja, na području hidrologije, bonitiranja zemljišta, inventarizaciji voćnjaka i ratarskih kultura te na mjernu fotointerpretaciju u šumarstvu. *K.B. Cooke* dolazi do zaključaka u svom referatu o studiji *sociologije sela* potpomognutoj fotointerpretacijom, da je takva vrsta studije za velika geografska područja i obzirom na vrijeme i obzirom na troškove, te na bogatstvo informacija povoljnija od čisto terenskog rada.

Naročitu je prednost našla *B. Cook* u korištenju aerosnimaka onda kad je uspjela pomoću starih i novih aerosnimaka odrediti socijalne promjene sela i zaseoka. Koristeći snimke 2 ili 3 decenija stare i recentne usporedbom dolazi do zaključka o promjeni izgleda određenih površina. Kod toga stereoskopom promatra u stereogramima izabраних uzoraka obradu zemlje ili proširenje šumskih površina (progresija ili regresija), izgradnju novih zgrada, tvornica, škola, crkava, trgova, cesta itd. Iz svega toga zaključuje da li se izoliranost sela nastavlja ili su se sela u tehnološkom, socijalnom i kulturnom smislu otvorila i koliki je napredak u tome postignut.

Kanađani su sa izradom posebnih karata o načinu korištenja zemljišta započeli oko god. 1950. po modifikaciji svjetske sheme za klasifikaciju korištenja zemljišta. Na čelu te akcije stoje geografi. Ta se aktivnost osamostalila od ostalih državnih agencija u god 1963. Prvobitno je aerosnimak služio samo kao podloga za ucrtavanje površina, koje su po svom značenju bile interpretirane terestrički.

Ubrzo se došlo do zaključka da se u postavljenom roku od 3 godine (kasnije 5 godina) ni sa svim kadrovima geografskih institucija Kanade ne bi zadatak mogao dovršiti. Primjenom fotointerpretacije taj je rad završen i otprilike sa 3 puta manjim troškovima (oko 1 Dolar po kvadratnoj milji) uračunavši i troškove ucrtavanja rezultata fotointerpretacije u kartu mjera 1 : 50.000 sa mjestimičnim kontrolama na terenu.

*F. Gimbarževski* radi već nekoliko godina na opsežnom projektu komu je cilj da kvantitativno prikaže povezanost *produktivne sposobnosti šumskog zemljišta* sa geomorfološkim prostornim raščlanjivanjem kanadskih regija. Kod toga polazi od pretpostavke da su razredi produktivnosti vezani kako sa klimatskim i pedeološkim tako i u vrlo velikoj mjeri baš sa fizičkim karakteristikama pojedinog područja. Prisutnost pojedinih takvih razreda uočljiva je — prema *Gimbarževskom* po depozitima ili rezultatima erozionog djelovanja vode, leda, vjetra ili kombiniranim djelovanjima. Tako nastale forme terena pojedinih razreda odlikuju se određenim reljefom, teksturom, površinskim materijalom, vegetacijom i vodnim režimom.

Bonitiranje šumskih zemljišta Kanade vrši se u sedam razreda prema proizvedenoj drvnjoj masi po jedinici površine.



Za kartiranje fizičkih karakteristika zemljišta, pa prema tome i granica pripadnih produktivnih razreda, pokazali su se aerosnimci kao odlično pomagalo. Za rekognoscirajuće prethodno kartiranje poželjni su snimci sitnijih mjerila ( $1 : 63.360$  ili  $1 : 40.000$ ), a za intenzivnije potrebe mjerila  $1 : 31.680$  te  $1 : 15.840$ . Daje se prednost radu iz velikoga u malo.

Klasifikacija se bazira na brižljivoj analizi geomorfoloških karakteristika te utjecaja tih karakteristika na biološku produktivnost pod sličnim prijkama.

Podaci u vezi s biološkom produktivnosti zemljišta prikupljeni terestričkim rekognosciranjem tipičnih forma zemljišta upotrebljavaju se — analogijom — kao uzorci za daljnju fotointerpretaciju i za planiranje eventualnih daljnjih terenskih istraživanja. Područja s organogenim tlima, izloženim stijenama, eolskim tlima i sl. s niskom produktivnosti mogu se kartirati pretežno samo na osnovu fotointerpretacije. Više terenskih istraživanja i provjeravanje bit će potrebno za lakustrina, ravničasta, te aluvijalna tla.

*J. D. Mollard* je iznio svoja desetogodišnja iskustva o ulozi fotointerpretacije za pronalaženje podzemne vode u zapadnim dijelovima Kanade. Poduzeće — komu je *Mollard* na čelu — služilo se kod realizacije 108 od ukupno 151 dosadašnjih projekata za traženje izvora pitke vode određenog kvantiteta i fotointerpretacijom.

Najviše zahtjeva za projektima postavile su mjesne zajednice (sela, gradovi) i industrijski pogoni.

U traženju vodnih žila potrebno je prije svega da fotointerpretator — za koga je poželjno da bude istovremeno i hidrogeološki obrazovan — prati litološke anomalije pod površinom, koje su u vezi sa površinskim manifestacijama zapaženim na aerosnimcima.

Radne hipoteze stvaraju se i na osnovu ostalih izvora informacija kao što su topografske karte, podaci o tlima, geološkoj građi, te seizmički podaci. No u najvećem broju slučajeva se pokazalo da se takve hipoteze mogu najbolje bazirati na kvalitetnim aerosnimcima.

Kod istraživanja primijenjen je rad iz velikog u malo.

Prvu fazu čini regionalno, drugu lokalno, a treću detaljno istraživanje. U prvoj fazi upotrebljavaju topografske i geološke karte kao i aerosnimke relativno sitnijih mjerila. Relativno najveće značenje ima fotointerpretacija u drugoj fazi.

Podaci koje hidrogeologu daje aerosnimak na direktan ili indirektan način odnose se na: topografske, geološke, hidrografske i klimatske značajke pojedinih lokaliteta.

Posebno značenje u toj fotointerpretaciji daje pronalaženje izvora za koje je prema mogućnostima-važno uočiti veličinu, formu te položaj otvora kao i okolnu vegetaciju.

Na pitanje kako se mogu aerosnimci koristiti za potrebe *poljoprivrednog cenzena* u identifikaciji voćnjaka odgovara *D. K. Erb* sa univerziteta Waterloo.

Prije svega se ističu preduvjeti za što pouzdaniju fotointerpretaciju kao što su: sezona aerosnimanja (ili prije listanja u proljeće, ili za vrijeme cvatnje ili nakon potpunog prolistavanja kad su stabla rodila plodom ili u vrijeme pada lista u jesen), mjerilo snimaka ( $1 : 15.840$  ili krupnije) tip filma, vrst filtera te prethodni kontakt sa terenom.

Najjednostavnija je identifikacija vinograda na aerosnimcima. Od voća, koje je došlo u obzir za identifikaciju spominju se: breskva, trešnja, kruška,

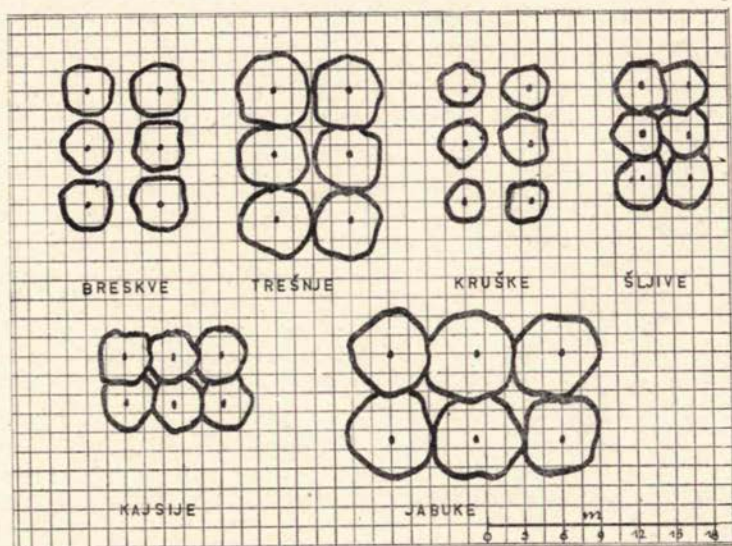


šljiva, kajsija i jabuka. U identifikaciju su ušli i napušteni no ne mješoviti voćnjaci.

Kao kriterij za interpretaciju služe: tonovi crno-bijele fotografije, izgled i veličina krošnja, sistem sadnje, te fiziografske karakteristike staništa.

Pokazalo se da se pod istim uvjetima voćnjaci kruške preslikavaju relativno najtamnije, a voćnjaci kajsije najsvjetlije.

Oblik i dimenzije krošnja ovise o uvjetima rasta o starosti o načinu obrezivanja, te eventualno i o napadu štetnika koji mogu izobličiti oblik krošnja. Za identifikaciju koristila se i sjena krošnja. Pod istim uvjetima (starost, način sadnje) krošnje šljive i kajsije obično su manje od onih u trešanja i jabuka (v. sl. 3). Krupnija mjerila bi omogućila lakšu identifikaciju.



Sl. 3

Stabla za koje se očekuje da će u starosti imati veću krošnju sade se u većim razmacima nego li one vrste sa manjim krošnjama, što olakšava interpretatoru da razlikuje neke vrste kao što su jabuke i trešnje od breskve, kruške ili šljive.

Način sadnje u trokute (trešnja) ili konturna sadnja — približno uzduž slojnica — (kruške) također može poslužiti kao indikator.

Za poljoprivredne ratarske kulture treba pronaći prikladne kriterije — »parametre« — koji će olakšati fotointerpretaciju. Harold A. Wood govorio je o rezultatima istraživanja u vezi sa identifikacijom krmivog bilja (livade, prirodni i meliorirani pašnjaci) žitarica (pšenica, raž, zob, mješovite kulture žitarica) te kulturnog bilja, koje se sadi u redove (šparga, kukuruz, kupus, krumpir, rajčica, jagoda).

Istraživanja su izvršena na površini od oko 50 kvadratnih milja uz pomoć crno-bijelih kopija panhromatskih filmova u približom mjerilu 1 : 12.000 eksponiranih a) krajem IV mjeseca, b) početkom VI, c) krajem VI d) početkom VIII e) sredinom IX i f) početkom X mjeseca. Prvotna je želja bila raspolagati sa snimcima iz svakog uzastopnog mjeseca vegetativnog perioda što se nije moglo ostvariti zbog atmosferskih uvjeta.



Za vrijeme ljeta izvršen je obilazak niza polja te je svaka kultivirana površina klasifikacijom dodijeljena u određenu kategoriju. Također su i aerosnimci interpretirani pa su odgovarajuće karakteristike (interpretativni parametri) svrstani u ove grupe

tonovi (dominantni, sekundarni i tercijalni) (15 razreda svih tonova)  
uzroci za varijacije tonova unutar polja (16 kategorija)  
sveopća slikovna oštrina (5 kategorija)  
tekući poljski radovi (10 kategorija)  
sistem (»desen«) slike kultura (14 kategorija) te  
25 raznih nesistematiziranih parametara

Trebalo je odgovoriti na pitanje koliko parametara i koje od njih te u kojem mjesecu vegetativnog perioda treba uzeti kao najpouzdanije za fotointerpretaciju pojedinih nabrojanih poljoprivrednih kultura.

Gornje informacije (kategorije kriterija) za pojedine kulture bile su kodirane i registrirane na kartice. Našla su se četiri najkarakterističnija parametra pomoću kojih se dobro interpretiraju pojedine kulture. Pomoću tih kriterija interpretirale su se zatim ostale u snimljenom području za koje nije predležala prethodna terestrička identifikacija.

Pokazalo se u daljnjem istraživanju da je optimalno upotrijebiti samo dvije grupe kriterija (parametara). Upotrebom jednog kriterija dolazi do mjestimične konfuzije dok upotrebom tri ili četiri kriterija većinom dolazi do isključenja prevelikog broja kultura iz ispravne identifikacije. Za većinu kultura (polja zobi, pšenice, graška, kukuruza, krumpira, šparge, te livade, pašnjaci) relativno je najbolja primjena dvaju kriterija (najčešće koegzistencija strukture slike i dominantnih tonova).

Za neke kulture nije dovoljno imati na raspoloženju samo dvije grupe kriterija nego i dvije serije snimaka iz različitih mjeseci (nekultivirani pašnjaci krajem VI i u VIII mjesecu; krumpir VIII i X mjesec; rajčice početak VI i VIII mjeseca). Za kulturu raži poželjne su tri serije snimaka (IV, VI i VIII mjesec).

Kulture pšenice (IV) jagoda (početak VI mjeseca), livade pa kulture mješanih žitarica (početak VI mjeseca), kukuruza te meliorirani pašnjaci (IX mjesec) kao i kulture šparge (X mjesec) mogu se identificirati dobro i na osnovu samo jedne serije snimaka.

Autor je dao na kraju u tabelarnom obliku odgovor za 17 različitih poljoprivrednih kultura koje parametre i sa snimcima iz kojih mjeseci je dobio najbolje rezultate. Ti rezultati se po stupnju pouzdanosti mogu svrstati ovako: od ukupno 2870 opažanja (interpretiranih kultura) ispravno je interpretirano u prosjeku 47% u svakoj od 17 vrsta kultura (zob, pšenica, mješovite žitarice, kukuruz, livade stare jednu, dvije i više od dvije godine, meliorirani i prirodni pašnjaci, krumpir, grašak, šparga, jagode, rajčice, raž, tratine, ugar. Sa više od 50%, postignuti su ispravni odgovori za kulture kukuruza (53%), graška (80%), raži (64%), tratine (88%) te ugari ((71%).

U vezi sa određivanjem drvnih masa za pojedina stabla (ili cijele sastojine) na osnovu stereograma krupnog mjerila (1:1200) A. H. Alfred daje dijagnozu o pojedinim izvorima pogrešaka koje dovode do pogrešnih rezultata (drvnih masa). Razmatra pogreške interpretativnih informacija (vrsta drveća), mjernih podataka u vezi sa sastojinskim elementima (*dpx* odlučan za



mjerenje visina  $H$  stabala, tlocrtnom površinom krošanja  $CA$  te broj stabala  $nH$  na površini kruga radiusa  $r = H$ ), te pogreške fotogrametrijskih podataka (visina leta, baza, žarišna daljina aerofotokamere).

Dolazi do zaključka da najjači izvor pogrešaka (npr. za smreku  $\pm 23,5\%$  od ukupno  $\pm 30\%$ ) leži u nesavršenosti korelacionih jednadžbi, koje bi trebale dati odnos između drvne mase s jedne strane te taksacionih elemenata koji se određuju na snimcima ( $H$ ,  $CA$  i  $nH$ ) s druge strane. Preostali iznos  $\pm 18,7\%$  ( $\pm \sqrt{30^2 - 23,5^2} = \pm 18,7$ ) je rezultanta pogrešaka mjerenja taksacionih elemenata na snimcima ( $\pm 15,9\%$ ) i pogrešaka uzrokovanih osobnim fiziološkim nesavršenostima opažачa te nesavršenostima instrumenta i snimka ( $= \pm 9,8\%$ ) tj.  $\pm \sqrt{15,9^2 + 9,8^2} = \pm 18,7$ .

U relativno najmanjoj mjeri dolazi do utjecaja pogreška u određivanju visine snimališta nepoznavanje, odnosno neuvažavanje elemenata relativne orijentacije, naslanjanje ili njihanje stabala za vrijeme snimanja kao i neki drugi manje važni izvori pogrešaka.

### III

Iznad tehnike i tehnologije potrebno je da stoji izobražen i formiran čovjek. Izobrazba u fotointerpretaciji u Kanadi teče kroz dva nivoa: jedan je gimnazijski a drugi univerzitetski.

Uvidjevši korist vizuelnih pomagala u gimnazijskom izučavanju geografije najprije su uveli u nastavu kose aerosnimke. Studij pojedinih regija obavlja čak uz pomoć karte i aerosnimaka.

Izučavajući određenu geografsku materiju svaki čak u višim razredima ima danas džepni stereoskop za interpretaciju pomoću vertikalnih stereograma. Svoja zapažanja upisuje u poseban formular. Prije same fotointerpretacije cijeli razred vidi projiciran diapozitiv područja, koje će se studirati, sa približnim podacima, koji se odnose na dužine i visine u promatranom području. Školske biblioteke snabdjevaju se potrebnim aerosnimcima.

Što se traži od gimnazijalca u pogledu fotointerpretacije u šk. godini 67—68. u sklopu geografije na gimnazijama u Ontariu?

- sposobnost dubinske percepcije u stereomodelu
- sposobnost uspoređivanja detalja istog područja na topografskim kartama (mjerila  $1:50.000$  te  $1:25.000$ ) sa onim u stereomodelu.
- uočavanje relativnih prednosti aerosnimka nekog područja sitnog, srednjeg i krupnog mjerila
- identifikacija tipa mreže vodnog režima te zaključivanje o razvoju dolina, vodotoka
- klasifikacija priobalnog materijala
- klasifikacija horizontalnih sedimentnih slojeva
- uočavanje asocijacija grupa tala
- uočavanje arheoloških fenomena
- uočavanje geomorfologije (glacijalne, krške i erozione)

U izučavanju se naravno polazi od jednostavnijeg ka složenijem. Čak se najprije upoznaje sa pojedinostima kao što su zgrade, ceste, željeznice, tvornički pogoni; zatim se traži približna orijentacija snimka po stranama svijeta, određivanje smjera toka neke veće rijeke, određivanje smjera dominantnog vjetrova, ustanovljivanje luka na snimcima, koji se brodovi nalaze u doku, koji su natovareni ili prazni; zatim određivanje sezone snimanja, mjerila snimka itd.



Đaci gimnazije primili su vrlo dobro tu nastavu, gotovo entuzijastički tim više, jer će mnogima koristiti na njihovoj daljoj naobrazbi na univerzitetima.

Referent *W. H. Hilborn* sa univerziteta u New Brunswicku govorio je o uvođenju fotointerpretacije na univerzitetskom nivou u Kanadi i to na području primijenjenih, prirodnih i vojnih nauka.

Fotointerpretacija se izučava na univerzitetskom nivou na poljoprivrednim, šumarskim, građevinskim fakultetima, te na fakultetskim odsjecima za geografiju i geologiju. Nastava traje jedan ili dva semestra (u 20 do 27 slučajeva nastave traje jedan semestar) s time da se u nekim slučajevima naglasak daje na fotointerpretaciju dok su mjerni principi fotogrametrije sekundarni ili obrnuto. Sa porastom interesa za fotointerpretaciju nastavni planovi sve ozbiljnije uvode ravnotežu između fotointerpretacije i fotogrametrije.

Područje	Prosječni postotak vremena izučavanja principa fotogrametrije	Raspon
Građevinarstvo	50	8 — 90
Šumarstvo (i razno)	35	25 — 50
Geografija	25	10 — 60
Geologija	30	10 — 80
Poljoprivreda	nema podataka	—

U univerzitetskoj nastavi fotointerpretacije studenti se služe: džepnim stereoskopom, zrcalnim stereoskopom sa ili bez stereometra, (mehanički ili grafički) aeroprečtavačima, stereoinstrumenti *K.E.K., Kail*, stereoinstrumentima sa projektivnim rješenjima (među njima *multipleksi, Balpleks*) aerofotokamerama te raznim priborima (među ostalim pribori za mehaničku radijalnu triangulaciju itd.).

Iskustva pokazuju da interes studenata raste proporcionalno sa brojem aerosnimaka različitih područja, koji prolaze kroz njihov stereoinstrument odnosno stereoskop. Zato i univerzitetske katedre (u gotovo 90% slučajeva) izgrađuju vlastite fototeke.

Nastava i naučni rad trebaju ići ruku pod ruku. U svjetskim razmjerima broj članaka sa područja fotointerpretacije u naučnim časopisima se posljednjih godina povećava. Sa strane referenta upućen je poziv i kanadskim stručnjacima da još više učestvuju u naučnim istraživanjima na polju fotointerpretacije i na publiciranju rezultata da ne bi fotointerpretacija ostala u Kanadi samo na nivou vještine, jer postoje sredstva i ljudi, za naučni rad.

Suradnici prof. *A. J. Branderbergera* na univerzitetu Laval trude se da dođu do prihvatljive znanstvene metode, kojom će se moći ocijeniti i ekonomičnost fotointerpretacije uspoređujući troškove sa direktnim i indirektnim koristima fotointerpretacije. U tu svrhu počelo je prikupljanje podataka najprije unutar Kanade.

#### LITERATURA:

- Air Photo Interpretation in the development of Canada, Ottawa 1968 str. 1—214;  
 CARNEGGIE D. M. and LAUER D. T.: Uses of multiband remote sensing in forest and range inventory, 1966, »Photogrammetria« str. 117—141;  
 SCHNEIDER S.: Fortschritte der Luftbild-interpretation 1967, »Bildmessung und Luftbildwesen« str. 90—94.