

O METODI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

Marinko OLUIĆ* — Zagreb

1. UVOD

Daljinska istraživanja Zemljine površine (engl. remote sensing, njem. Fernerkundung, ruski distancioni metod issledovanja) predstavljaju različite postupke koji omogućavaju mjerenje i slikovito prikazivanje fizičko-kemijskih svojstava objekata na Zemljinoj površini bez doticaja mjernog instrumenta s objektom istraživanja. U taj naziv može se uključiti i postupak fotointerpretacije pri kojem se analiziraju fotosnimci s ciljem da se identificiraju objekti i ocijeni njihova međusobna povezanost. Svi ti postupci zasnivaju se u principu na obradi i interpretaciji konvencionalnih aerofotografija (crno-bijele i u boji), nekonvencionalnih aerofotografija (multispektralne, infracrvene, ultraljubičaste) i nefotografskim senzorima (IC skaneri i dr.).

Poznato je da je prva fotografija iz zraka napravljena još pedesetih godina prošlog stoljeća. Od tada do danas tehnika snimanja iz zraka usavršavala se kroz različite faze razvoja. Međutim, drugi suvremeniji postupci daljinskih istraživanja novijeg su datuma i još uvijek nedovoljno poznati širem krugu stručnjaka, što smatramo nedostatkom budući da korisno mogu poslužiti u raznim istraživanjima.

Primjena daljinskih istraživanja je mnogostruka i može biti od velike koristi za različite naučne i tehničke discipline kao što su: geologija, hidrologija, geomorfologija, botanika, pedologija, geografija, arheologija, geodezija, šumarstvo, poljoprivreda, građevinarstvo, rudarstvo, planiranje itd.

Danas se u pojedinim zemljama razvoju daljinskih istraživanja poklanja velika pažnja. Tako je na primjer u nekim zemljama (Kanada) zakonom regulirano da se ni jedan važniji projekt u geo-istraživanjima ne može izvoditi ako nije planirana i primjena metoda daljinskih istraživanja.

Neka nacionalna društva za fotogrametriju, kao napr. američko, njemačko i dr., osnovala su u svojim okvirima sekcije za daljinska istraživanja. Također Međunarodno društvo za fotogrametriju ima u svojoj djelatnosti sekciju za daljinska istraživanja (interpretaciju informacija). Njen sadašnji predsjednik je prof. dr. Hildebrandt, SR Njemačka (izabran na 13. Međunarodnom kongresu za fotogrametriju u Helsinkiju 1976). Sekcije za daljinska istraživanja pri nacionalnim društvima, kao i Međunarodnom društvu za fotogrametriju vrlo su aktivne, a po broju članova su među najbrojnijim.

* Dr. Marinko Oluić, dipl. inž., Industroprojekt, Zagreb, Savska c. 88a

2. POSTUPCI DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

Postoji veći broj postupaka daljinskih istraživanja koji se zasnivaju na različitoj tehnici. Svi se oni mogu u principu podijeliti u dvije grupe: pasivne aktivne.

Pasivni postupci se baziraju na registriranju određenih zračenja koja se reflektiraju, odnosno emitiraju bez naše volje. Tu postoje dvije mogućnosti. Jedna je registriranje reflektiranih sunčanih zraka i njihovo direktno snimanje na filmsku traku, iz koje se potom izrađuju aerofotografije (fotogrami) na kojima su moguća prostorna mjerenja i zapažanja. Druga mogućnost je da se registriraju zračenja koja emitiraju razni objekti na zemlji ili pod njenom površinom ili drugi prirodni fenomeni kao što su: radioaktivnost, geomagnetizam i sl. Najčešće se registriraju toplinske zrake koje »hvataju« precizni instrumenti-senzori. Toplotne impulse moguće je prikazati na različite načine. Međutim, oni se najčešće pretvaraju u svjetlosne impulse, kojima se osvjetljava film iz kojeg se potom izrađuju tzv. indirektno aerofotografije, odnosno toplotne slike tla.

Aktivni postupci posjeduju vlastiti izvor energije koja se odašilje u željenom smjeru, a dio te energije reflektiran od objekta ponovo se »hvata« i registrira (radar postupak, laserski linijski skaner i dr.).

U ovom radu bit će ukratko prikazani samo važniji postupci koji se zasnivaju na korištenju elektromagnetskog spektra i to od ultraljubičastog do mikrovalnog područja. U tom intervalu spektra registrira se refleksija ili emisija, posebno spektralnih prostornih ili vremenskih varijacija tog elektromagnetskog zračenja. Pri tom su osobito važne tri faze rada: snimanje podataka, obrada ili analiza, te interpretacija podataka sa prikazivanjem rezultata.

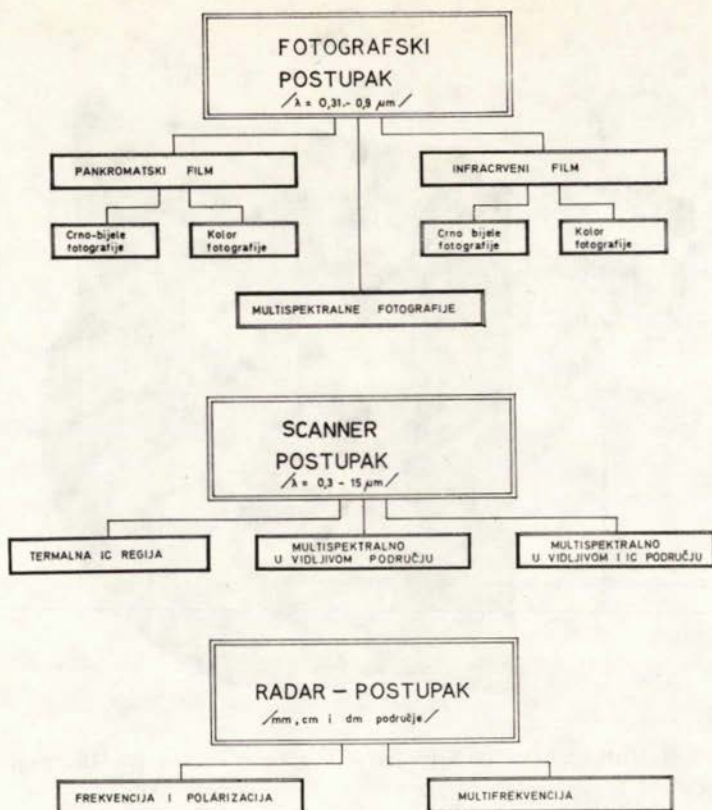
Na slici 1 prikazani su važniji postupci daljinskih istraživanja koji se primjenjuju iz aviona ili satelita. Svi osim radarskog postupka primjenjeni su u našoj zemlji u različitim istraživanjima.

2.1. Fotografski postupak

Ovaj postupak je najstariji i najrašireniji, a izvodi se u vidljivom dijelu elektromagnetskog spektra i tzv. bližem dijelu infracrvenog područja ($\lambda=0,31 - 0,9\mu$ m). U naznačenom valnom području vrši se snimanje konvencionalnim fotografskim kamerama (jednokanalni sistem) uz odgovarajuće filtere, te multispektralno snimanje (višekanalni sistem) sl. 2.

Na taj način moguće je dobiti fotografije različitih osobina: pankromatske crno-bijele i u boji, infracrvene crno-bijele i u boji (Flase-color), te multispektralne fotografije kod kojih se snimaju pojedini užii »isječki« elektromagnetskog spektra. U običajeno multispektralno snimanje izvodi se pretežno u četiri kanala (plavo, zeleno, crveno i infracrveno). O osobinama navedenih fotografija i mogućnosti njihove primjene, već je u nas opširnije pisano (Oluić, 1970, 1973. a, b).

Ovaj postupak do sada je najbolje u praksi provjeren i dao je veoma zapažene rezultate pri različitim istraživanjima. Moglo se konstatirati da je fotografiska tehnika komera i filmova najvažniji dio daljinskih senzora. Pomoću njih mogu se dobiti veoma realne slike na kojima su moguća prostorna mjerenja (zahvaljujući stereoskopiji), pa je »zračna fotografija« najprihvatljiviji postupak daljinskih istraživanja, kako u pogledu dobivanja podataka, tako i u pogledu troškova. Fotografije omogućuju registriranje najvećeg broja podata-

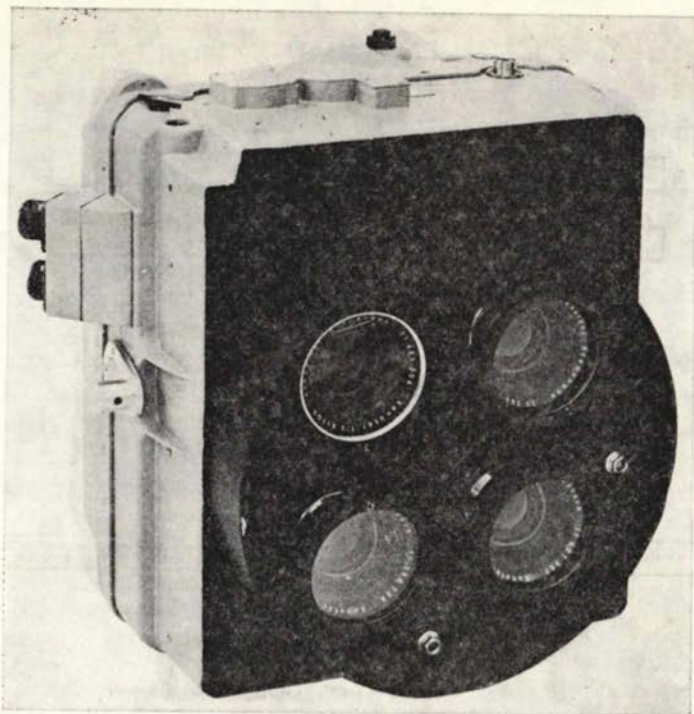


Sl. 1

ka na jedinici površine (fotogram 23×23 cm dobre kvalitete sadrži npr. do 8×10^9 pojedinačnih informacija (Haefner, 1975).

Snimanjem iz zraka omogućava se na brz način slikovit i topografski prikaz, prema želji velikih dijelova zemljine površine. Na modelu snimljenog područja koji se plastično pod stereoskopom promatra, moguće je proučavati određene odnose, zapažati i mjeriti različite podatke (topografske, geološke, geografske i sl.). Sistematskim snimanjem moguće je registrirati dnevno, sezonske i godišnje promjene na Zemljinoj površini (stvaranje delta, pomicanje riječnih korita, proces sedimentacije, pojave vulkanske aktivnosti, klizanje tla, poplave, šumske požare, rast vegetacije, granice ledenjaka i dr.).

Do naglog razvoja zračnih letjelica i tehnike snimanja došlo je između dva svjetska rata. U to vrijeme interes za aerosnimanje jako je porastao i izvan geodezije u gotovo svim geo-znanostima. Naročito je u SAD i Kanadi težište primjene aerosnimaka bilo u geološkim istraživanjima. Međutim, može se reći da je »zračno snimanje« doživjelo nagli razvoj poslije drugog svjetskog rata. Tako je npr. još prije deset godina prof. Ackerman pisao: »Danas se procjenjuje da se preko pedeset puta više primjenjuje fotointerpretacija, nego li je to bilo tridesetih godina« Ackerman, 1967).



Sl. 2 Multispektralna aero-kamera s četiri objektiva 15 omm.

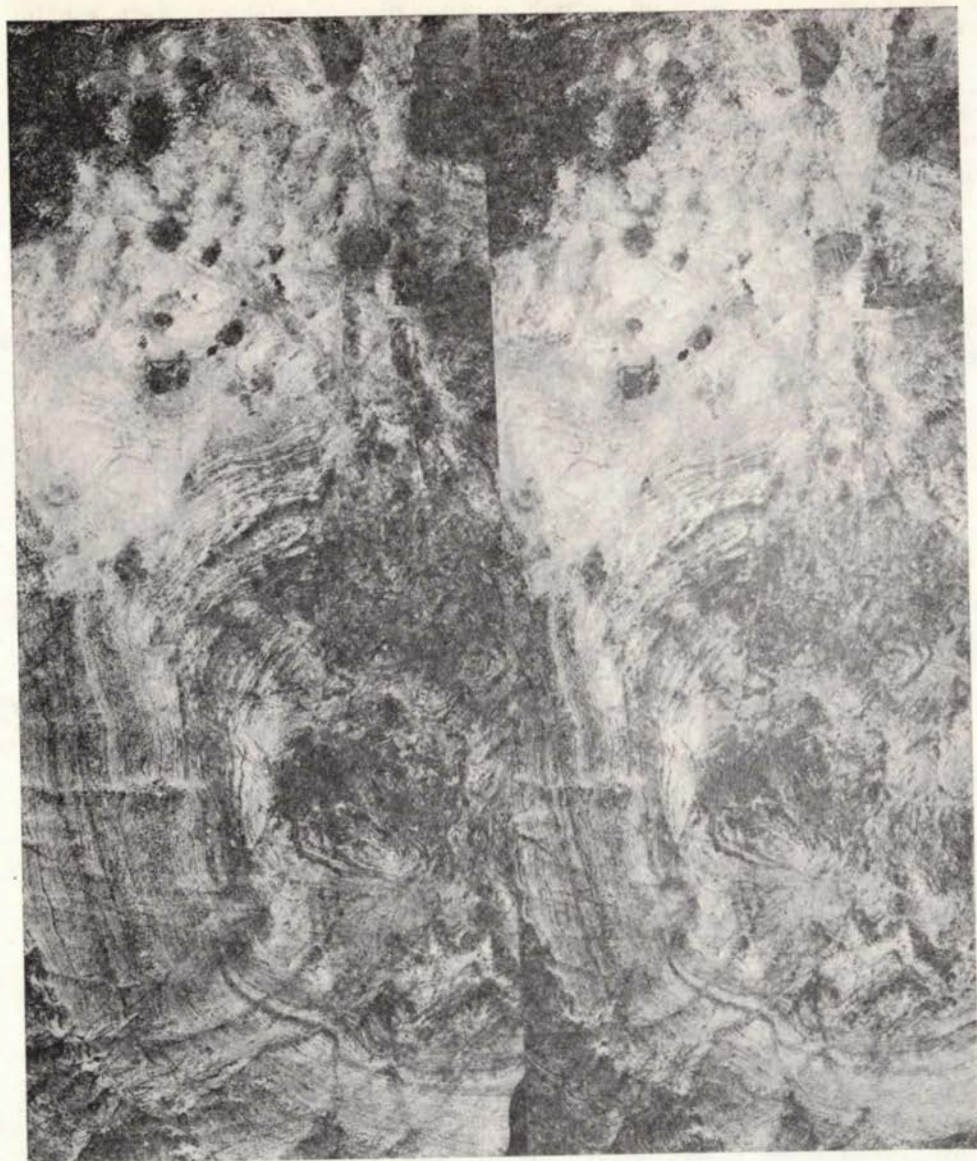
Razvojem znanstvene interpretacije aerosnimaka, koja je u uskoj vezi s metodološkim i tehnološkim napretkom fotografije, te sa mjerenjima na snimcima kao i usavršavanje letjelica, ovaj postupak postaje svakim danom sve značajniji.

Na slici 3 prikazan je pankromatski crno-bijeli stereogram jednog dijela planine Dinare. Na stereogramu se veoma dobro zapažaju razni geološki, geomorfološki i drugi podaci. *Aerofoto* — VGI Beograd).

2. 2. Scanner postupak

Veći dio elektromagnetskog spektra od ultraljubičastog do infracrvenog ($\mu=0,31 - 15\mu\text{ m}$) moguće je snimiti pomoću određenih senzora i učiniti ga korisnim pri različitim istraživanjima. Snimanje ovim postupkom zasniva se prvenstveno na »hvatanju« i registriranju toplotne energije, koju isijavaju objekti na Zemlji, kao i cijela Zemljina površina. Poznato je naime, da svi predmeti u prirodi zrače određenu energiju sve dotle dok je njihova temperatura iznad apsolutne nule. Prema zakonima fizike (Wienov i Stefan-Bolzmannov zakon) ukupno zračena energija nekog tijela proporcionalna je četvrtoj potenciji njegove apsolutne temperature. Jačina signala oslobođenog u formi radijacije funkcija je temperature i sposobnosti emitiranja prirodnog izvora zračenja.

Emitiranu energiju atmosfera će, kao mutni medij, selektivno apsorbirati, odnosno propustiti. Zrake određenih valnih dužina će gotovo nesmetano prodirati kroz atmosferu i tako stići do senzora. Postoji više intervala valnih duži-



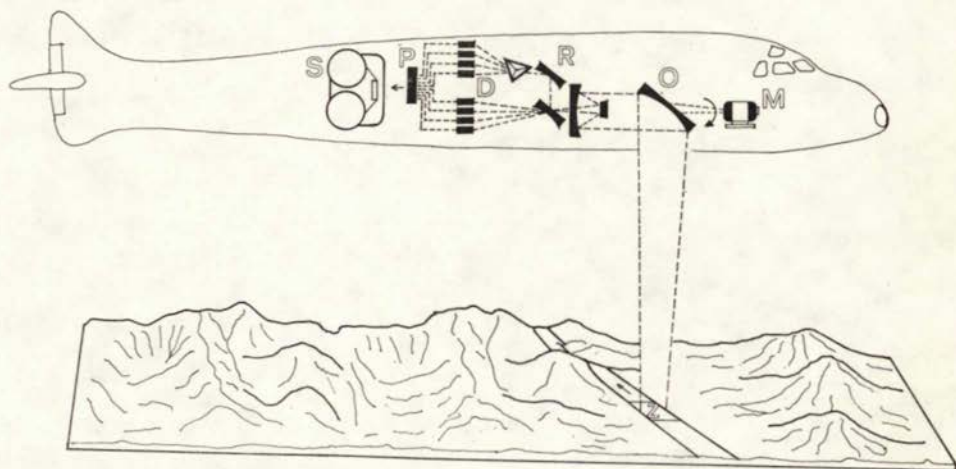
Sl.3

na koje će velikim postotkom prolaziti kroz atmosferu. Ti intervali nazivaju se atmosferski ili infracrveni »prozori«. Poznata su uglavnom dva takva prozora koja su pogodna za mjerenje (između $3,0 - 5,5\mu$ i $8,0 - 14,0\mu$ m).

Postoji više postupaka za registriranje elektromagnetskog zračenja u navedenom rasponu. Među njima najvažniji su termalni i multispektralni skaneri. Takav postupak je pasivan i može registrirati sunčevo zračenje kao i emitiranu energiju iz Zemlje i to danju i noću. Koje područje elektromagnetskog spektra

će se registrirati ovisi u prvom redu o primjenjenom detektoru. Jednokanalni skaneri koji rade samo sa jednim detektorom u pravilu registriraju IC zračenje između 8—14 mikrometara (IC skaneri). S više kanalnim sistemom, kakav je npr. kod multispektralnih skanera, moguće je snimiti različite »uske« intervale elektromagnetskog spektra i to u više od 20 kanala.

Za razliku od fotografskog snimanja gdje se u datom momentu snimi veća površina (snimak), skanerom se detektira, u određenom momentu, samo mali dio površine (pixel). Taj dio npr. kod snimanja iz satelita LAND SAT—1 iznosi 79 m×56 m, a kod snimanja iz aviona to je najčešće površina od 1—2,5 mrad². Za snimanje većih površina vrši se kontinuirano detektiranje najčešće u linijama okomitim na smjer kretanja letjelice (sl. 4).



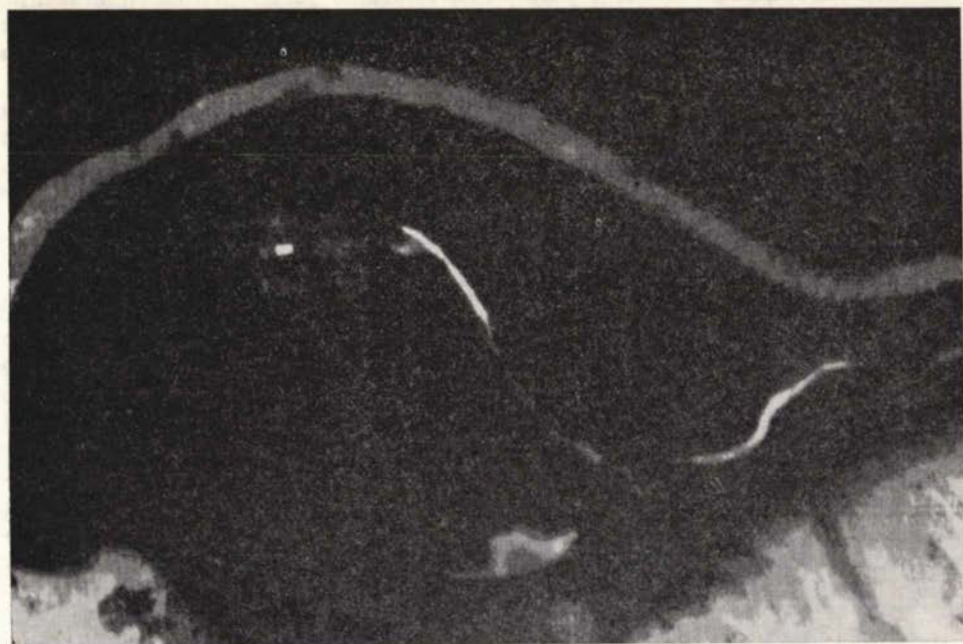
Sl. 4 Princip rada multispektralnog skanera; M-motor, O-okretno ogledalo, R-spektralno razlaganje, D-detektori, P-pojačivač signala, S-uređaj za snimanje podataka (magnetska traka), Z-segment terena snimljen u datom vremenu (pixel).

Zračenje iz djelića površine (pixel) Z dolazi na rotirajuće ogledalo O, odakle se usmjerava na optički uređaj, preko kojeg se vodi na uređaj za spektralno razlaganje (R), odnosno na detektore D. Iz detektora zrake odlaze na pojačivač gdje se ulazeći optički signali mijenjaju u električne signale koji se elektronski pojačavaju. Iz pojačivača izlaze podaci koji se prikazuju u različitim oblicima: na monitoru, magnetskoj traci, filmskoj traci i dr.

Iz snimljenih podataka moguće je pod određenim uvjetima registrirati temperaturu, odnosno temperaturne razlike na Zemljinoj površini. Prikaz temperaturnih razlika vrši se najčešće tako da se indirektnim putem izrade crno-bijele fotografije (termografije ili skanogrami), čiji sivi tonovi odražavaju temperaturne odnose na snimanom terenu (sl. 5). O principu rada i tehničkom izvođenju termalnog-skanera snimanja već je u nas pisano (Oluić, 1969; Đorđević, 1974; Košćec, Denih & Knapp, 1976).

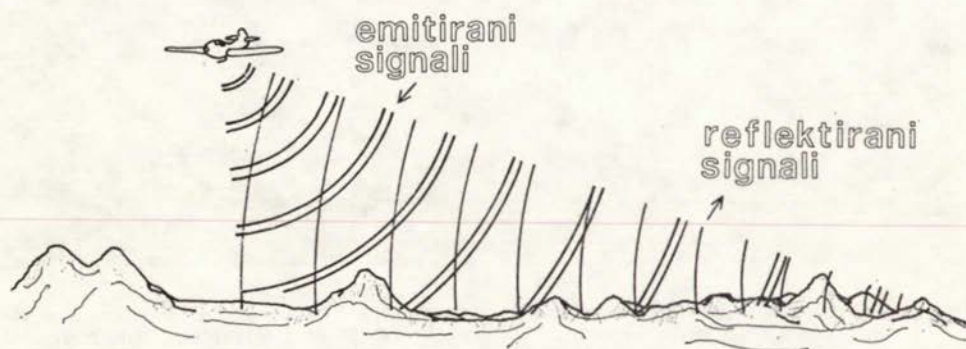
2. 3. Radar postupak

Do sada opisani postupci istraživanja pripadaju pasivnoj grupi. Međutim, radar postupak (engl. Side Looking Airborne Radar — SLAR) se u osnovi razlikuje od prethodnih, jer posjeduje vlastiti izvor energije (aktivna grupa) i kori-



Sl. 5 Termalna snimka Čateških toplica i rijeke Save multispektralnim skanerom 26. 3. 1974. u 5 sati. Svijetla polja nasnimci znače mjesta s povećanim toplotnim gradijentom. Zapaža se bazen s toplom vodom, kao i otpadne vode koje odlaze iz bazena u stari meander Save.

sti zračenje u mikrovalnom području, približno od 1 do 100 cm valne dužine. Izvor energije je generator koji proizvodi električne impulse određene frekvencije i trajanja. Ti impulsi se u odašiljaču prevode u visoko frekventne impulse i pomoću antene usmjeruju i odašiljaju najčešće okomito na smjer kretanja letjelice. Dio energije reflektiran od objekta ponovo se »hvata« i registrira (sl. 6).



Sl. 6 Princip emitiranja i primanja radarskih signala

Snimanje podataka ovim postupkom neovisno je od prirodnog zračenja, dnevne svjetlosti i meteoroloških uvjeta, pa se može izvoditi danju i noću, u svim vremenskim (ne) prilikama, jer mikrovalovi gotovo nesmetano prodiru kroz kišu, maglu i oblake. Radarski signali većih valnih dužina (dm i m područja) također prodiru kroz vegetaciju i reflektiraju se tek od stijenskog pokriva ili vodenih površina. Zbog toga su radarska snimanja osobito pogodna u prekrivenim područjima, jer su kontrast zbog vegetacijskog pokriva prividno ublažava, odnosno dobiva se dojam kao da je uklonjen (sl. 7). Ova činjenica je važna zbog toga što se izraz reljefa i obrisi geoloških struktura vrlo dobro ističu. To omogućava egzaktno topografsko i geološko kartiranje morfologije, dolinske mreže i dr. struktura koje se na aerosnimecima često ne mogu prepoznati i registrirati.

Podaci dobiveni radar postupkom najčešće se prikazuju na filmu, odnosno fotografijama koje su slične s onim što se dobiju fotografskom tehnikom. Takve fotografije se izrađuju u trakama na kojima se prikazuje teren širine približno 20 km pri visini letjelice od oko 8 km (sl. 7). Antena dužine 3 km, pri valnim dužinama emitiranih zraka od 0,9 cm i dužini impulsa od 0,1⁴ sek. dozvoljava indentificiranje objekata na Zemlji minimalnih dimenzija od oko 20 m. Tonalne odlike takvih snimaka u mnogom se približuju odlikama IC crno--bijelih fotografija, a ovise uglavnom o mogućnostima refleksije objekata (stupnju hrapavosti površine), njihovom obliku, strukturi i položaju u prostoru, kao i stupnju



Sl. 7 Snimak dobiven Radar-postupkom u području JI Venezuele. Snimljeno s visine od cca 12 km kroz tropske oblake i oluje. Teren pokriven gustom vegetacijom (džungla d, e). Na snimku se dobro ističu topografski oblici i geološke strukture (foto NASA — Aeroservice 20. V 1971.)

vlažnosti, poroznosti i sl. Posebno su tipične »radarske sjene« koje se javljaju kod jače nagnutih objekata ili nagiba zemljišta, pa tako jako naglašavaju izraz reljefa, a time i bolju mogućnost analize i interpretacije podataka na takvim snimcima.

Prva upotreba radara, izvan vojnih potreba, primjenjena je u različitim istraživanjima izvedenim 1967. godine u Panami. Tada su zapažene neke prednosti radarskog snimanja nad fotografskim. Nakon toga, osobito od 1972. radarska snimanja su u stalnom porastu, pa su u pojedinim zemljama kao npr. SAD, Kanadi, Venezueli, Indoneziji, Australiji i dr., radarom snimljene velike površine (stotine hiljada četvorinih kilometara), a dobiveni su snimci uspješno korišteni u izradi topografskih karata, te geološkim i drugim istraživanjima. Do sada u našoj zemlji nisu vršena radarska snimanja u civilne svrhe.

Osim navedenih, postoji još više različitih postupaka daljinskih istraživanja kao što su: televizijski, pasivni mikrovalni, aktivni skaner postupak, radiometar, spektrometar, scatterometar i dr. Njima još uvijek pripada manja uloga u geostraživanjima u odnosu na opisane postupke i još su uglavnom u eksperimentalnoj fazi.

3. OBRADA I INTERPRETACIJA PODATAKA DOBIVENIH METODOM DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA

Druga faza u radnom procesu daljinskih istraživanja je obrada (analiza) podataka dobivenih navedenim postupcima, kao i njihova interpretacija. Razlikujemo više načina na koji se snimljeni podaci prikazuju: u obliku slike kao analogna veličina, na magnetskoj vrpici u analognoj formi i na magnetskoj vrpici u digitalnoj formi. Pri tome je važno da se podaci prezentirani na jedan način mogu prikazati i na drugi način, tako se npr. jedna fotografska slika može digitalizirati.

Također postoji više sistema i kombinacija kojima se dobiveni podaci mogu obrađivati, pri čemu su, načelno, važne dvije faze rada i to priprema podataka i dobivanje željenih informacija.

U fazi pripreme izvode se slijedeći radovi:

- geometrijske ispravke (uklanjanje pogrešaka)
- radiometrijske ispravke (uklanjanje faktora smetnji)
- geometrijske transformacije (ortofoto)
- fotografske transformacije (Agfa Contour-film)
- elektronske transformacije (elektronski denzitometar)
- optičke transformacije (analogno-digitalno)
- kombinacija-zbrajanja slika iz više kanala (kolor-kompozit) itd.

U drugoj fazi vrši se analiza u svrhu dobivanja informacija, pri čemu glavnu ulogu igra čovjek — kao analizator, koji se često služi različitim optičko-mehaničkim pomagalama.

Praktična primjena postupaka daljinskih istraživanja po svom obimu je veoma različita. U svim zemljama svijeta, pa i kod nas, fotografski postupak se najviše primjenjuje u različitim istraživanjima. O primjeni konvencionalnih i nekonvencionalnih aerosnimaka u nas, osobito o njihovoj primjeni u geološkim istraživanjima, dosta je pisano, (*Dimitrijević*, 1958; *Marković*, 1967; *Oluić*, 1970, 1972, 1973; *Tonejec* i dr. 1974. i dr.). Dobro je razvijena i primjena aerosnimaka u šumarstvu, geodeziji itd., o čemu također postoje publicirani radovi (*Tomašegović*, 1968, *Donassy*, 1970. i dr.).

Iako se multispektralne fotografije u nas još ne primjenjuju, one su u nekim zemljama (npr. SAD) već duže vremena u upotrebi. Kod njih se najčešće ujediniuju slike iz pojedinih spektralnih područja (kolor-kompozit), a identifikiranje objekata obično se vrši pomoću projektoru kojim se omogućava zbrajanje, ili razlaganje boja (npr. I²S — Mini — Addcol — Viewer, model 6 000 — SAD).

Podaci dobiveni skaner-postupkom najčešće se prikazuju na magnetskoj vrpici, ili fotografiji koja je, naizgled, slična konvencionalnoj fotografiji. Međutim, kod tih fotografija različiti sivi tonovi predstavljaju toplotne vrijednosti, pa takvu sliku najčešće nazivamo skanogramom ili termogramom. Interpretacija podataka je vizuelna (analogna) ili strojna (digitalna). U dosadašnjoj praksi u SAD-u termalna skanerska snimanja dala su najbolje rezultate pri kontroliranju temperature u vodenim sredinama (zagađenje rijeka otpadnim vodama), rudarske halde i kontrola šumskih požara *Albertz*, 1975). U Njemačkoj su takvim snimanjem dobiveni vrijedni podaci pri izradi meteoroloških studija, osobito lokalnih, kao npr. za Rursku oblast, područje Frankfurta, dolinu gornje Rajne, zagađenost rijeka i sl. (*Schneider*, 1974).

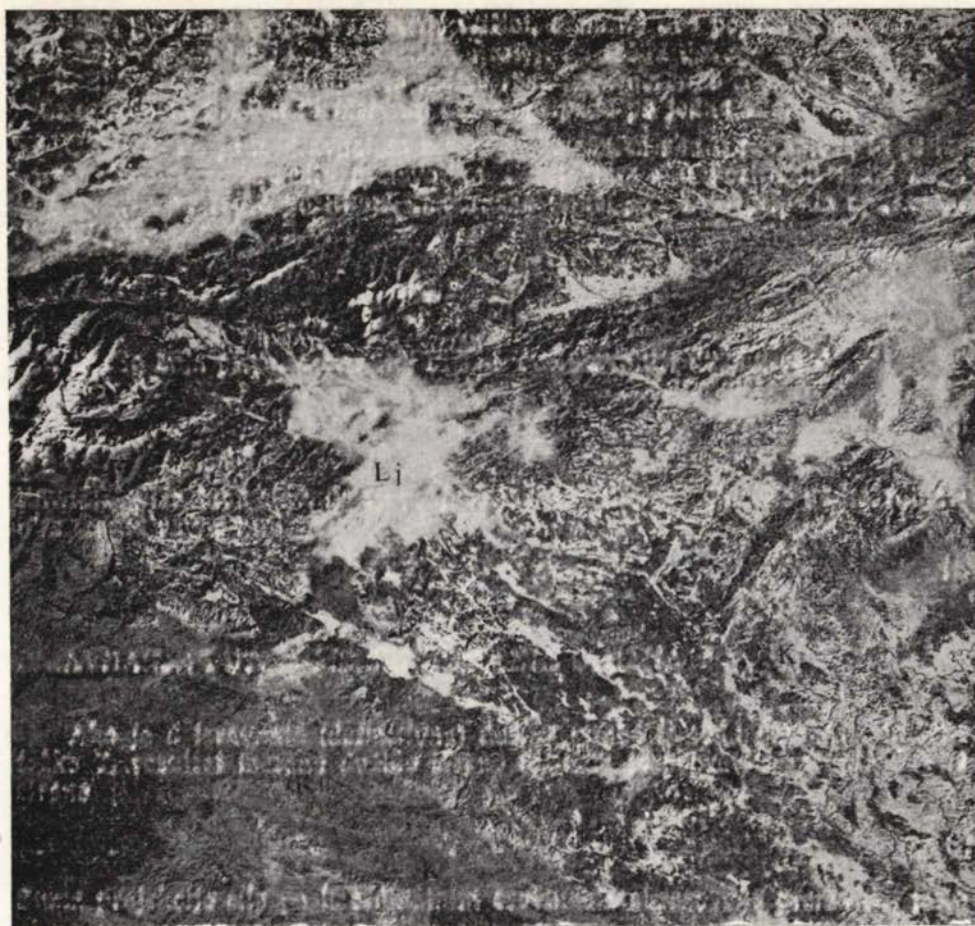
U nas su prva pokusna termalna skaner snimanja izvedena 1974. Snimanje je izvodio Industroprojekt u suradnji s vGI — Beograd i firmom »Daedalus« — Ann Arbor (SAD) na odabranim lokalitetima, za koje su izrađene termalne slike — karte. Ta snimanja, iako još u eksperimentalnoj fazi, nagovještavaju značajne mogućnosti primjene u određenim istraživanjima. Čini se da će u daljnjem razvoju termalna skaner snimanja biti ograničena samo na manji broj određenih ispitivanja, koja u toj domeni neće moći biti zamjenjena drugom tehnikom.

Radarski postupak zasniva se na posve drugoj tehnici, premda se dobiveni podaci najčešće prikazuju na fotografijama sličnim po izgledu infracrvenim crno-bijeli snimcima. Obrada podataka vrši se najčešće vizuelno na stereo modelu. Primjena ovih fotografija namjenjena je, prije svega, za izradu slika — karata u sitnom mjerilu (1 : 100.000 do 1 : 400.000) u teško prohodnim i prekrivenim područjima. Na snimcima se vrši analiza i drugih podataka kao što su geološki, geomorfološki, hidrogeološki itd. Ovim postupkom snimljena su velika područja u SAD, Južnoj Americi, jugoistočnoj Aziji, Australiji i dr. Snimljeno je preko 10 milijuna četvornih kilometara, a snimanje je uglavnom izvršila američka firma »Goodyear Aerospace Corp«, (*Leberl*, 1976).

Prijenos podataka iz snimaka dobivenih navedenim postupcima u topografsku podlogu može se izvršiti vizuelno i instrumentalno. Posljednji način je sve češći u primjeni, jer se industrija pobrinula da za tu upotrebu izradi različite instrumente. Jedan od vrlo pogodnih instrumenata za prijenos podataka iz snimaka u kartu je stereo ZOOM TRANSFERSCOPE firme Bausch & Lomb (SAD).

Od 1957. kada je lansiran prvi umjetni Zemljin satelit, počela je nova epoha u istraživanju, kako svemirskih prostora, tako i Zemljine površine. Od tada do danas lansiran je ogroman broj različitih satelita i izvršena su obimna i raznovrsna snimanja Zemljine površine. Dobiveni podaci uspješno se koriste u mnogim naučnim i praktičnim oblastima.

Podaci dobiveni posredstvom satelita najčešće se prikazuju u blisku fotografija i skanograma. Dešifriranje podataka se vrši vizuelno, ali je sve više prisutna tendencija računsko-digitalne obrade, čime se omogućava pojačavanje kontrasta, odnosno povećanje kvalitete slike. Tako je danas moguće kompjuterskom obradom na jednom snimku razlučiti preko 120 sivih tonova.



Sl. 8 SKANOGRAM napravljen s MSS—7,6. II 1973. iz satelita LANDSAT—1 (ERTS —1) a visine cca 720 km. Na skanogramu je područje dijela Jugoslavije, Italije i Austrije (Z—Zagreb, Lj—Ljubljana, T—Trst); R—rasjed, K—karbolne stijene, KI klasične naslage.

Snimci napravljeni iz satelita prekrivaju velike površine, što omogućava sinoptički pregled snimljenog područja. Analiza takvih snimaka u bitnom se ne razlikuje od analize aviosnimaka, pri čemu su najvažniji slijedeći kriteriji: veličina, boja-ton, kontrast u odnosu na okolinu, oblik i raspored. O karakteristikama satelitskih snimaka i mogućnosti njihove primjene već je u nas pisano (Oluić, 1975, 1976).

Za nas su osobito važni snimci — skanogrami dobiveni posredstvom američkih satelita LAND SAT—1 i 2 (sl. 8), te satelita iz programa SKYLAB.

Iz tih satelita snimljena je i naša zemlja, pa za cijelu teritoriju posjedujemo skanograme snimane u različito vrijeme. Već dosadašnja obrada takvih snimaka dala je vrlo dobre rezultate u geološkim istraživanjima, a posebno u

istraživanjima mineralnih sirovina, određivanju zona pojačane seizmičke aktivnosti (potencijalna žarišta zemljotresa i dr. (Oluić, 1975 a i 1976 a).

Na kraju može se konstatirati da je tehnologija snimanja objekata iz zra-ka i svemira veoma napredovala i mogućnosti daljnjeg njenog razvoja jedva se mogu sagledati. Nasuprot tome obrada podataka je u zaostajanju u odnosu na tehnologiju snimanja. Danas je relativno lako snimiti mnoštvo različitih po-dataka, ali iz njih izvući korisne informacije još uvijek predstavlja osjetne poteškoće. Iznimku čini konvencionalna fotografija kod koje iskustva posti-gnuta kroz više desetljeća omogućavaju relativno brzo i točno određivanje po-dataka. Predstoje nam mnogi napori u svrhu daljnjeg razvoja metodološke obrade podataka, stjecanja potpunijeg znanja o fizikalnim osobinama objekata ekološkim odnosima, boljoj korekturi utjecaj afaktora smetnji i slično. Međutim, u budućnosti možemo očekivati da će ova metoda, obzirom na njeno intenzivno razvijanje dati još bolje rezultate, potvrđujući tako svoje osnovne odlike: *brzinu, točnost i ekonomičnost.*

- Ackerman, F. : Gedanken über den Fortschritt in der Photogrammetrie
2. Otto von Gruber — Gedachtnisvorlesung. Bildmessung und Luftbildwesen
35/5, Karlsruhe, 1967.
- Albertz, J. : Fernerkundgssysteme und ihre Anwendung in Deutschland. »Geodä-tische Woche Köln 1975«, 301—311 Stuttgart, 1976.
- Dimitrijević, M. : Fotogeologija. Poseb. izd. Zavoda geol. geof. rud. istr. br.3, Beo-grad, 1958.
- Donassy, V. : Osnovi fotointerpretacije. Manuskript, Zagreb, 1970.
- Dorđević, V. : Termalno snimanje — termografija. Zbornik radova Vojnogeograf-skog instituta, 173—180, Zagreb, 1974.
- Haefner, H. : Möglichkeiten und Grenzen der Dateninterpretation-zur Methodik der Interpretation von Fernerkundungsdaten. Festschrift Dr. Bertele, Wild Heer-brugg AG, 1—12, Heerbrugg, 1975.
- Košćec, B., Denih, M. & Knapp, M. : Primjena termalnih i multispektralnih snima-nja kod geoloških istražnih radova. Savetovanje Nove metode geol. istraživanja i opreme 379—369, Opatija, 1976.
- Leberl, F. : Imaging radar applications to mapping and charting. Photogrammetria 32/3, 75—100, Amsterdam, 1976.
- Marković, M. : Fotogeološka iskustva sa terena južne Makedonije. Zbornik Rud.-geol. fakulteta 9—10, 255—265, Beograd 1967.
- Oluić, M. : Novi postupci aeroprospekcije i njihove mogućnosti primjene u geolo-škim istraživanjima. Geodetski list 23 (46), 7—9 i 10—12, 184—194, Zagreb, 1969.
- Oluić, M. : Vergleichende photogrammetrische Erfassung von geologisch-geotektoni-schen Gegebenheiten in morphologisch unterschiedlichen Gebieten. Disertacija — Humboldt Univerzitet, Berlin (DDR) 1970.
- Oluić, M. : Primjena kolor i infracrvenih aerosnimaka u istraživanju bakarnih orudnjenja i njihovih struktura u Timočko eruptivnoj oblasti. Treće savjeto-vanje o istraživanju bakrove mineralizacije na teritoriju SFRJ Bor, 1972.
- Oluić, M. : Nove metode aeroprospekcije i njihove mogućnosti primjene u Jugoslavi-ji. Tehnika — Rudarstvo — geologija — metalurgija 24/1, 59—64, Beograd, 1973a.
- Oluić, M. : Aerosnimci u boji kao novi elemenat u ogeološkim istraživanjima bok-sitnih ležišta. Geol. vjesnik 25, 303—311, Zagreb, 1973 b.
- Oluić, M. : Primjena infracrvenih aerosnimaka za kartiranje rudonosnih pojava i njihovih struktura. Geol. vjesnik 25, 313—320, Zagreb, 1973.
- Oluić, M. : Daljinska istraživanja (remonte sensing) u geologiji s posebnim osvrtom na snimanje iz satelita. Tehnika — Rud. geol. — metal. — 26/5, 913—916b, Beograd, 1975.
- Oluić, M. : Tektonska analiza graničnog područja SR Hrvatske i SR Slovenije, izvr-šena na snimcima napravljenim iz satelita ERTS—1, Geol. vjesnik 28, 87—96, Zagreb, 1975a.

- Oluić, M.* : Umjetni sateliti i njihovo značenje u istraživanju našeg planeta. *Priroda* 65/3, 88—92, Zagreb, 1976.
- Oluić, M.* : Daljinska istraživanja i njihova primjena u geologiji. Predavanje u povodu 25. obljetnice Hrvat. geol. društva (10. 12. 1976), rad je u tisku (*Geol. vjesnik* — Zagreb).
- Schneider, S. i dr.* : Gewässerüberwachung durch Fernerkundung — Die mittlere Saar. *Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum*, 12, Bad Godesberg, 1974.
- Tomašegović, Z.* : Fotointerpretacija po kanadskom uzoru. *Geodetski list* 22 (45), 10—12, 182—192, Zagreb 1968.
- Tonjec, M., Verić, F. & Megla, T.* : Primjena infracrvene aerofotografije kod istraživanja radova i izrade projekta sanacije klizišta Čerević. *Zbornik radova 3. jugosl. simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji*. 157—170, Opatija, 1974.

ON REMOTE SENSING

The remote sensing method of exploration incorporates several different procedures resulting in determination of sizes and figurative presentation of physical properties of bodies on the earth surface without measuring devices being brought into touch with the body explored. Photointerpretation is one of these procedures when photos get interpreted in order to identify the bodies and determine their mutual relationship.

There are several different remote sensing procedures developed according to different techniques. These procedures may be classified in two groups, i. e. the active and the passive ones. The passive procedures are based on recording certain radiations manifested without our action being involved (photographic surveying, scanning, etc.). In active procedures there is always an energy source by which the energy is directed to a given body and the reflected energy is then recorded (radar and others).

The most important and significant remote sensing procedures are: photography, scanning and radar procedures show on Fig. 1. In the report a detailed description is given of the said techniques, and of the fields of their application.

Mode of processing and interpretation of data resulting from remote sensing, as well as of images obtained the satellite are also spoken about in the report, and a last review is given over the fields where remote sensing has been so far applied in Yugoslavia with a reference to geological exploration in particular, and prospectives as far as the development and application of remote sensing in the times to come are concerned.