

sjevernoj Africi i južnoj Španjolskoj. Sandarak se upotrebljava u proizvodnji firnisa i lakova.

Mastiks, žućkasta ili zelenkasta smola u obliku zrnaca i kuglica promjera do 2 cm. Dobiva se od grmolikog drveća *Pistacia lentiscus*, koje se od davnine uzgaja u zemljama uz Sredozemno more. Mastiks se ranije mnogo upotrebljavao u medicini, a danas služi za izradbu finih slikarskih lakova, zatim u litografiji i parfimeriji.

Kopal je zajednički naziv za mnoge prirodne smole, koje su većinom fosilne ili recentno-fosilne, ali su neke od njih i recentne. Fosilni kopal dobivaju se kopanjem iz zemlje, a najčešće se nalaze na maloj dubini (do 1 m) u tropskom obalnom pojasu. Potječu od stabala četinjača, uginulih pred više stotina ili tisuća godina, i to od biljaka koje obično u tom području odavno više ne rastu. Najvažniji fosilni kopal je kongo-kopal i kauri-kopal, a od recentnih je najpoznatiji manila-kopal.

Manila-kopal je recentna ili recentno-fosilna ili fosilna smola koja potječe s Filipina, Indonezije i Malaje. Recentna se smola dobiva od drveta *Agathis alba*, a fosilna smola od istog drveta nalazi se kopanjem uz obalni pojas tih zemalja. Manila-kopal je mek ili polutvrd, proziran, a boja mu može biti u rasponu od žute i crvenosmeđe do skoro crne. Meki recentni manila-kopal potpuno je topljiv u alkoholu, ali je u ugljikovodičnim otapalima topljiv samo djelomično. Međutim, tvrdi fosilni manila-kopal postaje u alkoholu topljiv tek nakon toplinske obradbe (istaljivanje). Manila-kopal se upotrebljava u proizvodnji lakova i ljepila te za premazivanje papira i tapeta.

Kongo-kopal se pronalazi iskopavanjem iz naslaga u dolini rijeke Kongo. Ta fosilna smola praktički je netopljiva u svim uobičajenim organskim otapalima, ali se nakon istaljivanja otapa u aromatskim ugljikovodicima i miješa se sa sušivim uljima. Po svom kemijskom sastavu to je uglavnom smjesa karboksilnih kiselina i ugljikovodika. Ranije je kongo-kopal bio vrlo važna smola za pripravu lakova za metale i drvo, dok je danas prilično postignut alkidnim smolama.

Kauri-kopal potječe od bora *Agathis australis* iz Australije i Novog Zelanda. Male količine dobivaju se od živog drveća, ali je to pretežno fosilna smola koja se kopa iz zemlje u grudama veličine oko 5 cm, iako su nađeni i mnogo veći grumeni (do 45 kg). To je blijedožuta smola aromatskog mirisa, topljiva u polarnim otapalima, a slabije topljiva u ugljikovodicima. Za miješanje sa sušivim uljima mora se podvrći istaljivanju. Danas kauri-kopal ima vrlo ograničenu primjenu u kemiji, dok je ranije, slično kongo-kopalu, bio važna sirovina u industriji lakova.

Jantar je fosilna smola nastala od četinjača davno prošlih geoloških razdoblja (oligocen). Nalazi se najviše u tzv. plavoj zemlji na obalama Baltičkog i nekih drugih mora, ali se može naći i u ledenjačkim nanosima. To je prozračna smola masnog sjaja, žute boje poput meda, rjeđe je smeđa ili crvena. Jantar je najtvrdija prirodna smola. Praktički nije topljiv ni u jednom od uobičajenih organskih otapala, a sa sušivim uljima miješa tek nakon istaljivanja. Raspada se na temperaturi od ~375 °C, a gori svijetlim plamenom. Osim ostalih sastojaka jantar sadrži jantarnu kiselinu i eterična ulja.

Trljanjem se na jantaru stvara negativni električni naboj i upravo je jantar bio prvi materijal na kojemu su zapažene električne pojave, pa je po njegovu grčkom nazivu (elektron) elektricitet dobio ime.

Površina jantara postaje poliranjem sjajna. Zbog vrlo lijepa izgleda jantar od davnine služi za izradbu nakita i ukrasnih predmeta. Osim toga, upotrebljava se i kao izolacijski materijal te za pripravu specijalnih lakova.

Šelak je prirodna smola, koja, za razliku od ostalih smola, nije izravno biljnog, nego je životinjskog podrijetla. To je smolasta izlučina (tzv. gumilak) štitne uši *Coccus lacca*, što kao prirodni parazit živi na različitim drveću iz porodice dudova (npr. *Ficus religiosa*) u Indiji, Burmi i Tajlandu. Grane drveća prekrivaju se smolom debljine 3–10 mm, koja se dvaput godišnje s njih sastruže. Sirova se smola usitni,

ispire vodom i oslobađa od nečistoća, a zatim se rafinira taljenjem i djelomičnim uklanjanjem tvari koje joj daju boju.

Od fizikalnih se svojstava šelaka naročito cijeni njegova žilavost i elastičnost. On se počinje mekšati na temperaturi 35 °C, plastičan je između 50 i 60 °C, a tali se na približno 80 °C. Na još višim temperaturama šelak zbog polimerizacije postaje potpuno netopljiv i ne može se ponovno rastaliti. Šelak je dobro topljiv u alkoholu, slabije u eteru i ketonima, a netopljiv je u ugljikovodicima. Šelak se po potrebi može osloboditi od voska, kojega u šelaku ima 4–8%, otapanjem u alkoholu, u kojem se vosak ne otapa. Po svojoj kemijskoj građi šelak je poliestar različitih alkohola i hidrokisarskih kiselina, među kojima se ističe trihidroksipalmitinska kiselina.

Šelak je zbog svojih dobrih mehaničkih, toplinskih i električkih svojstava jedna od najvažnijih prrodnih smola. Upotrebljava se u mnoge svrhe: u alkoholnoj otopini kao lak za pokućstvo, izolacijski lak u elektrotehnici, lak za papir, kožu i kosu, zatim u proizvodnji ljepila, tuševa i tiskarskih boja. Ranije se mnogo upotrebljavao i u proizvodnji gramofonskih ploča, ali je danas na tom području potisnut sintetskim polimernim materijalima.

PROIZVODNJA PRIRODNIH SMOLA

Cijeni se da svjetska godišnja proizvodnja kolofonija iznosi više od milijun tona. U tome je iznosu udjel SAD oko 40%, a veći su proizvođači još SSSR, Kina i Portugal. I unatoč mnogostrukoj upotrebi kolofonija, očekuje se da će se on u industrijski razvijenim zemljama sve više zamjenjivati sintetskim smolama. To se danas događa i s ostalim prirodnim smolama, kojima rastu troškovi skupljanja, preradbe i prijevoza, većinom iz udaljenih tropskih predjela. Iznimka je, možda, jedino šelak, koji se zbog svojih specifičnih svojstava još mnogo upotrebljava i odolijeva konkurenciji sintetskih smola.

U Jugoslaviji se borova smola prerađivala u više destilacija (Dobrun kod Višegrada, Mokra Gora, Rače kod Maribora, Skoplje). Godišnje proizvedene količine kolofonija i terpenina već desetak godina variraju između 2 500 i 3 500 tona. Tako je 1983. godine u Jugoslaviji proizvedeno 3 296 tona kolofonija i terpenina.

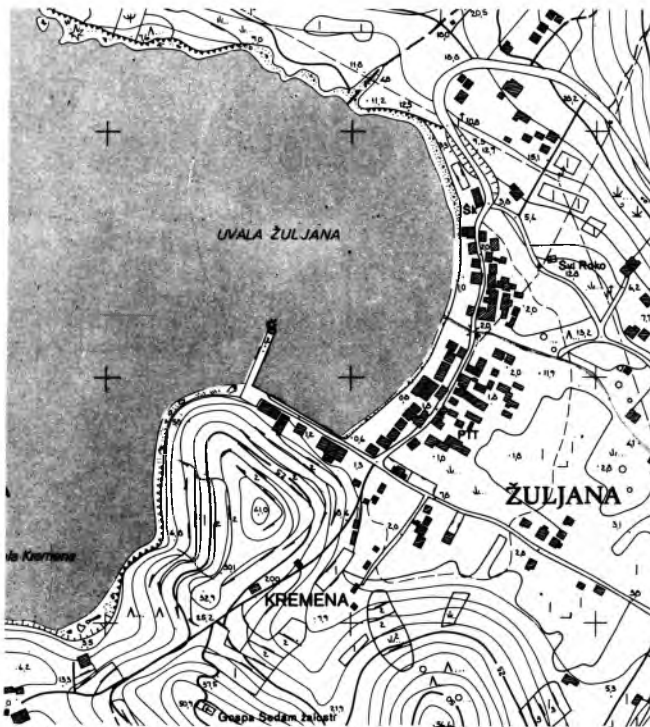
LIT.: W. Sandermann, Naturharz, Terpeninöl und Tallöl – Chemie und Technologie. Springer-Verlag, Berlin 1960. – W. Barendrecht, L. J. Lees, Harze, natürliche, u djelu: Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Band 12. Verlag Chemie, Weinheim 1976.

D. Kolbah

SNIMANJE, GEODETSKO, opservacije i geodetska mjerenja radi dobivanja geodetske snimke kojom se utvrđuje međusobni položaj karakterističnih točaka ploha i predmeta. Kako se najčešće radi o matematički nedefiniranim ploham, izbor karakterističnih točaka ima odlučujući utjecaj na uspješnost geodetskog snimanja, odnosno na vjernost prikaza snimljenog zemljišta ili objekta.

U prošlosti su geodetska snimanja služila samo za određivanje međusobnog položaja točaka na površini Zemlje i za prikupljanje podataka o oblicima tih površina te o građevinama izgrađenim na njima. Rezultat je takvog snimanja geodetska karta, geodetski plan ili položajni nacrt.

Razvojem tehničkih sredstava za snimanje i obradbu snimljenih podataka, a posebno razvojem fotogrametrijskog snimanja (v. *Fotogrametrija*, TE 5, str. 583) i elektroničkih računala (v. *Računala*, TE 11, str. 345), stvoreni su uvjeti za snimanje ne samo zemljišta nego i drugih objekata, te za izradbu geodetskih modela, odnosno simulaciju raznorodnih procesa u tim modelima. Osnovno je svojstvo geodetskog



Sl. 1. Primjer topografske karte

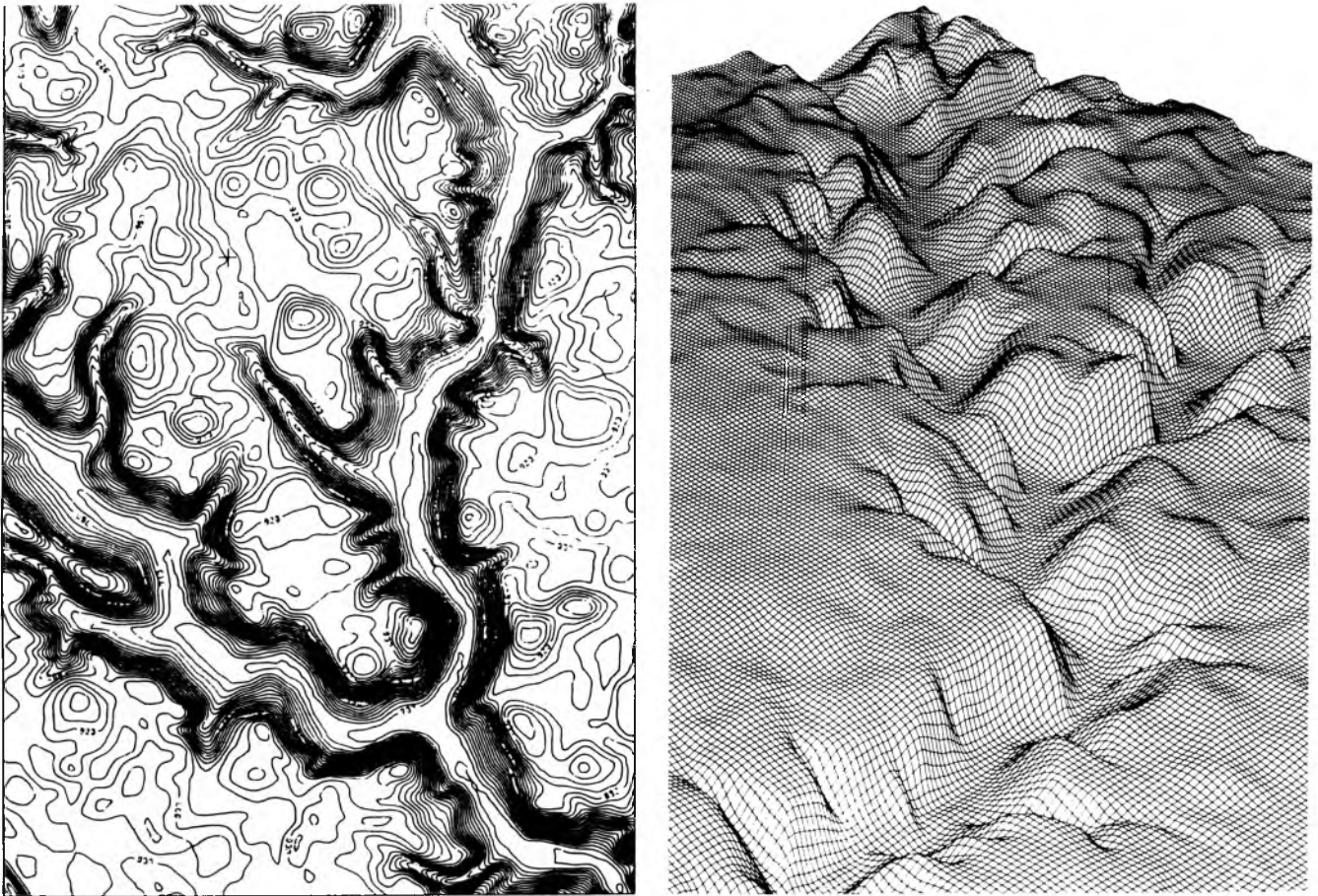
modela povezanost podataka o objektu snimanja i njihove lokacije, dakle prikazivanje traženih podataka u onakvu međusobnom prostornom položaju, odnosno u takvoj distribuciji kakva je u stvarnosti. Za takav model vrijedi definicija



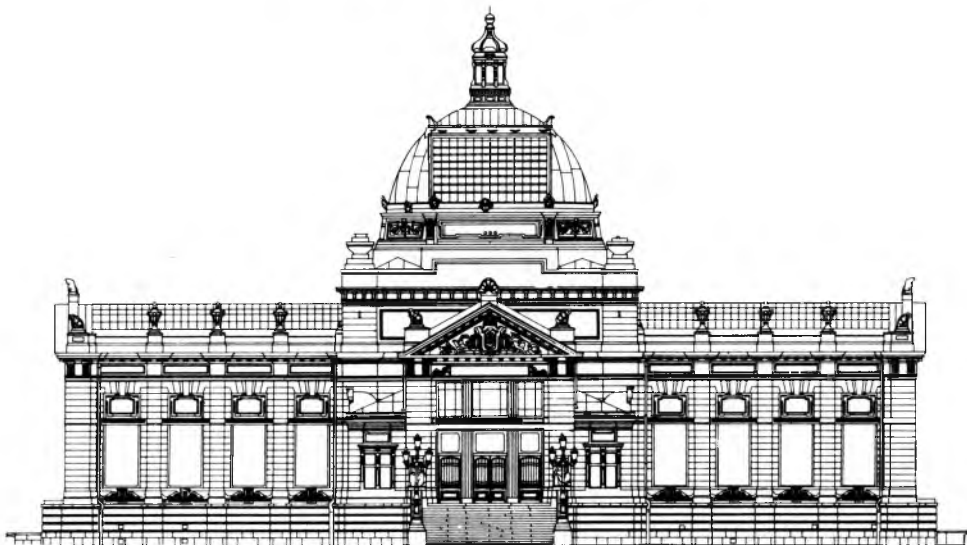
Sl. 2. Primjer katastarsko-topografskog plana



Sl. 3. Ortografska fotokarta (Zavod za fotogrametriju, Zagreb)



Sl. 4. Prikaz digitalnog modela reljefa slojnicama (lijevo) i perspektivni prikaz istog modela (desno)



Sl. 5. Ortogonalna projekcija Umjetničkog paviljona u Zagrebu (fotogrametrijska obradba Zavoda za katastar i geodetske poslove grada Zagreba)

prema kojoj se on može smatrati selektivnom aproksimacijom koja eliminacijom sporednih obilježja prikazuje stvarnost u generaliziranom obliku.

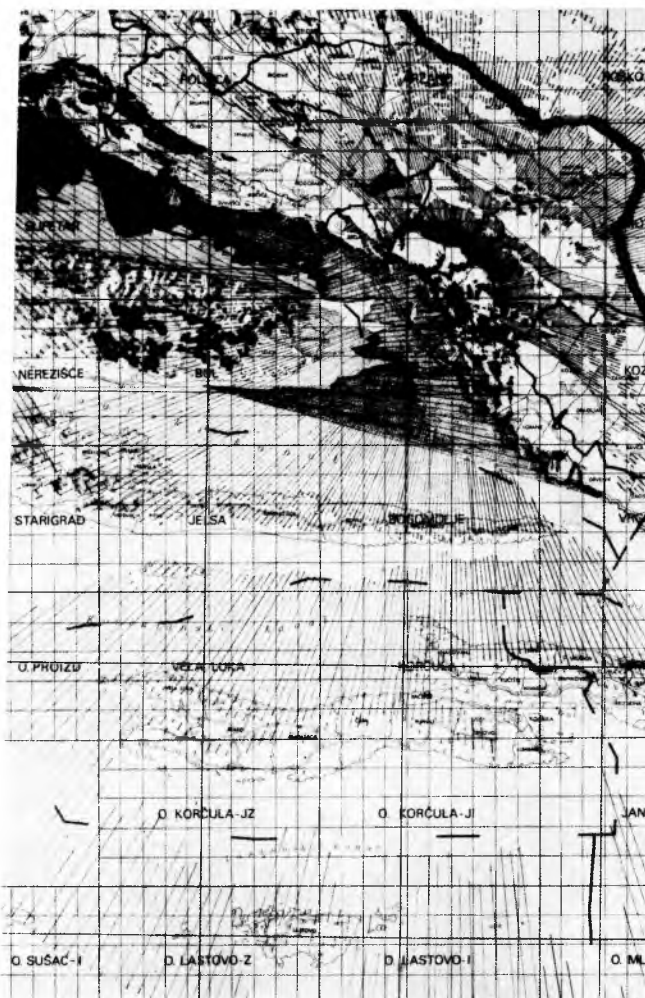
Suvremena informatička sredstva omogućuju spremanje podataka geodetskog snimanja u memorije i njihov prikaz u željenom obliku. Tako je, npr., moguće dobiti prikaz snimljenog objekta u bilo kojoj projekciji ili u bilo kojem presjeku.

Geodetski model može, npr., biti topografska karta (sl. 1), katastarsko-topografski plan (sl. 2), ortografska fotokarta (sl. 3), karte s linijama jednake nadmorske visine i perspek-

tivni prikaz terena (sl. 4), ortogonalna projekcija građevine (sl. 5) i ortogonalna projekcija kipa (sl. 6). Na slici 7 prikazan je rezultat simulacije prostiranja elektromagnetnih valova visokih frekvencija na brojčanom modelu reljefa uz pretpostavljeni položaj odašiljača tih valova. Elektroničko računalo određuje koordinate točaka u kojima se prostiranje valova pojavljuje ili prekida zbog prepreka u reljefu. U karti se unose granice površina do kojih dopiru, odnosno ne dopiru elektromagnetni valovi, pa se tako dobivaju područja u *sjeni* koja, npr., neće imati kvalitetno primanje, recimo televizijskog programa.



Sl. 6. Ortogonalna projekcija Minervina kipa iz Varaždinskih Toplica (fotogrametrijska obradba Zavoda za katastar i geodetske poslove grada Zagreba)



Sl. 7. Kartografski prikaz simulacije prostiranja elektromagnetnih valova visokih frekvencija u digitalnom modelu reljefa (simulacija i obradba Hrvatske radiotelevizije, Služba za razvoj)

Osnovna mjerenja u geodetskom snimanju služe za određivanje položaja točaka na površini ili u prostoru. Postoje četiri osnovne vrste mjerenja: mjerenje horizontalnih kutova, mjerenje vertikalnih kutova, mjerenje horizontalnih udaljenosti i mjerenje vertikalnih udaljenosti (v. *Geodetska izmjera zemljišta*, TE 6, str. 22; v. *Geodetski instrumenti i uređaji*, TE 6, str. 31). U praksi se često mjere udaljenosti uzduž neke nagnute površine, ali se one naknadno preračunavaju na horizontalnu ravninu.

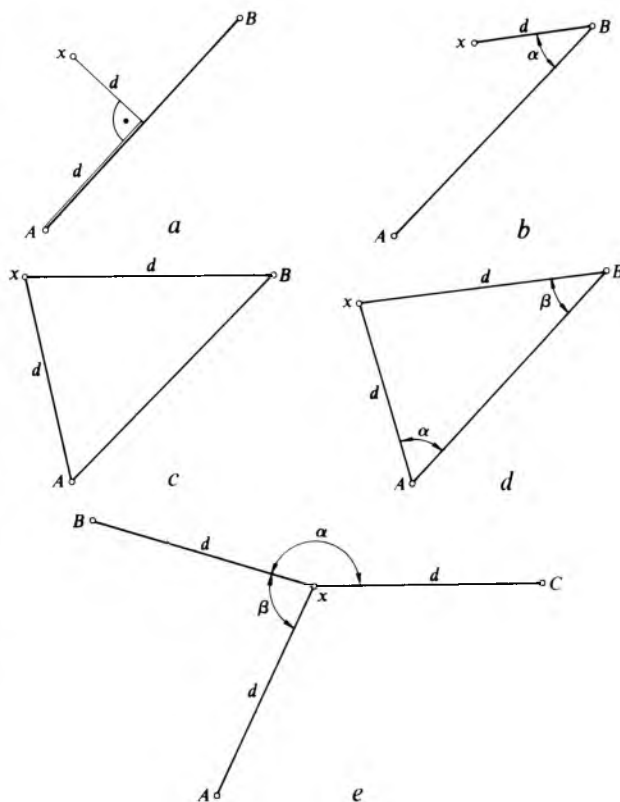
Horizontalna je ravnina u nekoj točki ona ravnina koja tangira mjehur libele (v. *Geodetski instrumenti i uređaji*, TE 6, str. 32) kad on vrhuni, a vertikalna je ravnina u toj točki okomita na tako određenu horizontalnu ravninu, s tim da sadrži vertikal u promatranoj točki. Prema tome, u svakoj točki postoji samo jedna horizontalna ravnina, ali beskonačno mnogo vertikalnih ravnina.

Horizontalna udaljenost između dviju točaka jest udaljenost između ortogonalnih projekcija tih točaka na horizontalnu ravninu, a vertikalna je udaljenost (visinska razlika) između dviju točaka udaljenost, u vertikalnoj ravnini kroz obje točke, između jedne od njih i horizontalne ravnine kroz drugu točku. Horizontalni je kut između dvaju pravaca koji se sijeku kut između ortogonalnih projekcija tih pravaca na horizontalnu ravninu, dok je vertikalni kut onaj što ga doglednica dviju točaka zatvara s horizontalnom ravninom.

Metode geodetskog snimanja. Primjenom četiriju osnovnih vrsta mjerenja međusobni se položaji točaka uvijek određuju prema dvjema ili više zadanih točaka kojih je položaj poznat ili se smatra poznatim. Najčešće se primjenjuju ortogonalna (sl. 8a) i polarna metoda (sl. 8b), lučni presjek (sl. 8c), presijecanje naprijed (sl. 8d) i presijecanje natrag (sl. 8e).

Uz navedene metode kojima se određuju međusobni položaji traženih točaka u horizontalnoj ravnini, za određivanje njihovih visinskih odnosa primjenjuje se postupak niveliranja (v. *Nivelman*, TE 9, str. 359).

Kad se primjenjuje fotogrametrijska metoda, najprije se pomoću poznatih točaka orijentira stereopar da bi se uspostavili prostorni odnosi koji su postojali za vrijeme snimanja.



Sl. 8. Metode geodetskog snimanja: a ortogonalna metoda, b polarna metoda, c lučni presjek, d presijecanje naprijed, e presijecanje natrag; A, B i C zadane točke, x točka kojoj se određuje položaj, d mjerena duljina, α i β mjereni kutovi

Tako se mogu odrediti relativni položaji svih točaka s obzirom na poznate točke navođenjem mjerne markice fotogrametrijskog instrumenta na svaku od tih točaka i registracijom položaja te markice. Registracija se provodi numerički ili grafički (v. *Fotogrametrija* TE 5, str. 583).

Kontrola mjerenja. Posebna je karakteristika geodetskog snimanja mnoštvo kontrolnih mjerenja radi utvrđivanja pogrešaka snimanja i njihova eliminiranja, odnosno radi ocjene točnosti geodetskog snimanja i geodetskog modela.

Geodetsko snimanje terena. Za izradbu geodetskih planova i karata terena i objekata na njima primjenjuju se sve navedene metode geodetskog snimanja. Kao poznate točke uzimaju se točke iz mreže stalnih geodetskih točaka (v. *Geodetska izmjera zemljišta*, TE 6, str. 23).

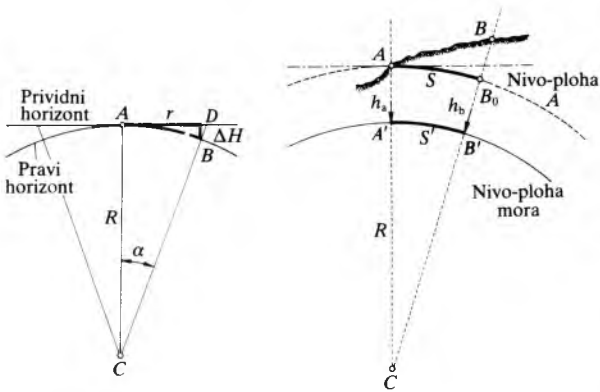
Prilikom geodetskog snimanja pita se da li treba uzeti u obzir zakrivljenost Zemljine površine. Oblik Zemlje (geoid) definiran je nivo-plohom srednje razine mora (v. *Geoid*, TE 6, str. 101). Da bi se odgovorilo na to pitanje, aproksimira se geoid kuglom promjera $R=6370$ km i promatra se razlika između duljine tangente AD u promatranoj točki (sl. 9) i duljine pripadnog luka AB . Ako se pretpostavi da je točnost karte $m=0,1$ mm u mjerilu karte (M), onda polumjer područja unutar kojeg se može smatrati da je Zemljina površina ravnina iznosi

$$r = \sqrt[3]{\frac{3}{2} m M R^2}, \quad (1)$$

pa se nakon uvrštenja vrijednosti za R dobiva

$$r \approx 4 \sqrt[3]{m M}. \quad (2)$$

Polumjer r dobiva se u kilometrima ako je m u milimetrima. Snima li se, npr., za kartu u mjerilu 1:5000, ne mora se uzimati u obzir zakrivljenost Zemljine površine sve do udaljenosti 31,75 km od središta snimanja, a ako je mjerilo kartiranja 1:1000, ta udaljenost od središta snimanja iznosi 18,57 km.



Sl. 9. Utjecaj zakrivljenosti Zemljine površine na osnovna mjerenja

Sl. 10. Redukcija dužine na nivo-plohu mora

Duljine se najčešće mjere na nekoj nadmorskoj visini, a rijetko na nivo-plohi morske površine. Međutim, radi ujednačenja kartografskog prikaza sva se mjerenja preračunavaju na razinu morske površine. Zbog toga je potrebno znati kolika je korekcija izmjerene duljine, odnosno da li treba tu korekciju uzeti u obzir pri obradbi podataka geodetskog snimanja. Ako su A i B točke na površini Zemlje (sl. 10), mjerenjima će se odrediti duljina S dužine AB_0 na nivo-plohi točke A . Ako se točke A i B_0 projiciraju na razinu mora vertikalama AC i B_0C , dobit će se dužina $A'B'$ duljine S' . Razlika duljina S i S' iznosi

$$S - S' = \Delta S = \frac{SH}{R} = 15,7SH, \quad (3)$$

gdje je H srednja nadmorska visina mjerene dužine. U izraz (3) uvrštavaju se S i H u kilometrima, a ΔS se dobiva u centimetrima. Ta razlika, npr., za duljinu od 500 m izmjerenu na nadmorskoj visini od 300 m iznosi ~ 2 cm.

Kad se određuju visinske razlike, pogreška zbog zamjene kugline plohe ravninom iznosi ΔH (sl. 9). Ta je pogreška

$$\Delta H = \frac{r^2}{2R}, \quad (4)$$

pa se uvrštenjem vrijednosti za R dobiva da je

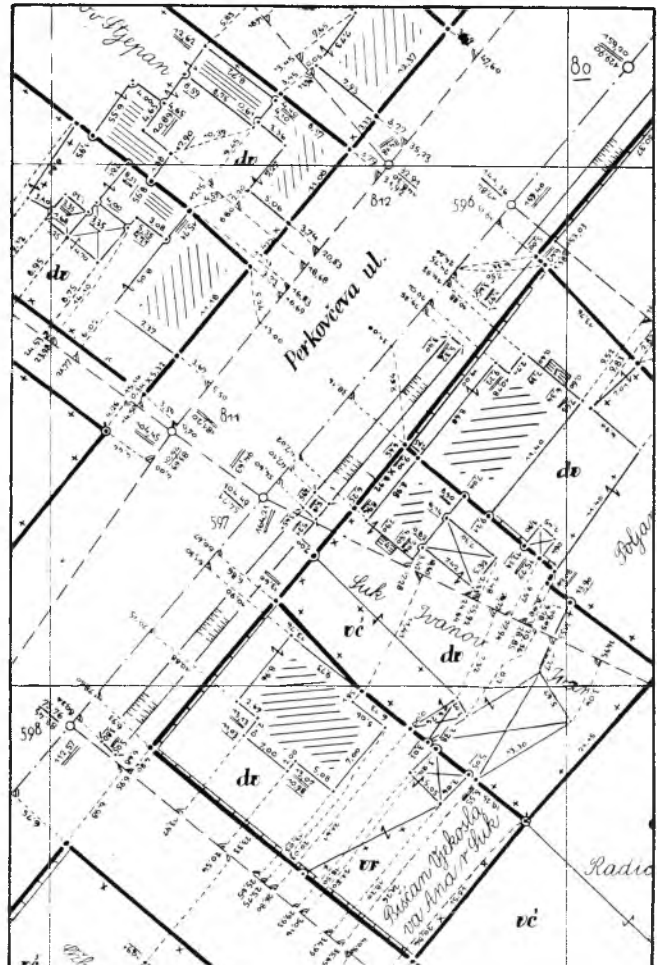
$$\Delta H \approx 7,85r^2. \quad (5)$$

Iz izraza (5) dobiva se ΔH u cm ako je r u km. Tako, npr., na udaljenosti od središta snimanja $r = 360$ m utjecaj zakrivljenosti iznosi $\Delta H \approx 1$ cm, a na udaljenosti od 5000 m taj je utjecaj veći od 2 m.

Da bi se odredilo područje na kojem zakrivljena Zemljina ploha nema utjecaja na točnost horizontalnih kutova, treba promatrati sferni trokut u kojem će sferni eksces ostati manji od granice točnosti mjerenja kutova. Ako se uzme da je ta točnost 1 lučna sekunda, dobiva se podatak da zakrivljenost nema utjecaja kad su stranice trokuta manje od 20 km.

Registracija podataka geodetskog snimanja. Opažanja, osnovna i kontrolna mjerenja, te ostali podaci koji se odnose na izbor karakterističnih točaka terena i ostalog sadržaja što se snima, upisuju se u skicu snimanja prema posebnom redu i pravilima. Detalj terena skicira se prostoručno zajedno s izgrađenim objektima u tlocrtnom prikazu dogovorenim, odnosno propisanim kartografskim znakovima. Skicira se približno u odnosu na stalne geodetske točke koje su unesene u skicu prema svojim koordinatama. Uz upisane brojčane podatke svih mjerenja u skicu se unose neki podaci i tekstualno ili pomoću kratica (sl. 11).

Ako se teren snima fotogrametrijski, fotografije se povećavaju u odgovarajuće mjerilo za izradbu fotoskice. Takva fotografija već prikazuje sve detalje terena, pa se tako pojednostavnjuje izradba skice. Potrebno je, ipak, detalje



Sl. 11. Primjer skice snimanja

identificirati na terenu i opisati njihova svojstva. U fotoskicu se upisuju kontrolna mjerenja, opisni podaci i kartografski znakovi, ali u fotoskici nema podataka o osnovnim mjerjenjima, jer se položaji detaljnih točaka određuju bez terenskih mjerjenja pomoću stereorestitucijskih instrumenata.

Svi podaci snimanja ne moraju se unositi u skicu. Oni se mogu djelomice upisivati i u zapisnike mjerjenja. To pogotovo vrijedi kad se primjenjuje polarna metoda snimanja, jer je upisivanje u skicu podataka o izmjerenim kutovima nepraktično.

Propisi o geodetskom snimanju terena. Snimanje terena i izradba karata uglavnom su regulirani propisima, jer takvi podaci imaju posebnu važnost i značenje za prostorno planiranje, gospodarenje prostorom i za narodnu obranu. U Republici Hrvatskoj to je regulirano Zakonom o geodetskoj izmjeri i katastru zemljišta iz 1974, te nizom podzakonskih propisa kojima se određuje sadržaj i točnost geodetskog snimanja, kartografski znakovi, način upisivanja podataka u skice i zapisnik mjerjenja, te tajnost, način upotrebe i čuvanja podataka geodetskog snimanja.

Detaljnije o geodetskom snimanju terena v. *Geodetska izmjera zemljišta*, TE 6, str. 22.

Netopografska geodetska snimanja nazivaju se geodetska snimanja koja ne služe izradbi geodetskih modela Zemljine površine. Često se ona ne odnose na neku plohu ili građevinu, nego samo na utvrđivanje položaja točaka u prostoru. Takva se snimanja i obradba podataka provode i u vremenskim serijama, da bi se njihovom usporedbom utvrdile promjene zbog starenja, djelovanja opterećenja i sl.

Osnovna mjerjenja i metode geodetskog snimanja primjenjuju se i za netopografska snimanja, ali se, kad je to potrebno, provode s povećanom ili s velikom točnošću, uz višekratno mjerjenje istih veličina – prekobrojna mjerjenja (v. *Pogreške mjerjenja s računom izjednačenja*, TE 10, str. 557). Treba, međutim, naglasiti da je nakon drugoga svjetskog rata fotogrametrijsko snimanje toliko napredovalo da ima sve veće značenje i za netopografsko snimanje. Ipak, da bi se osigurala orijentacija i da bi se utvrdilo mjerilo stereomodela, moraju se ostalim metodama geodetskog snimanja odrediti položaji stalnih geodetskih točaka.

LIT.: N. Neidhardt, Osnovi geodezije. Poljoprivredna naklada, Zagreb 1946. – N. Čubranić, Viša geodezija. Školska knjiga, Zagreb 1954. – S. Macarol, Praktična geodezija. Tehnička knjiga, Zagreb 1961. – F. Braum, Elementarna fotogrametrija. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1969. – J. Pleško, Primjena terestričke fotogrametrije za arhitektonska snimanja u Jugoslaviji. Zbornik radova Geodetskog fakulteta, Zagreb 1971. – W. Witt, Modelle und Karten (prijevod: P. Lovrić). Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1977. – Četvrto jugoslavensko savjetovanje o fotogrametriji, Budva 1984. Savez geodetskih inženjera i geometara Jugoslavije, 1984.

Ž. Seissel

SONDE, SVEMIRSKJE, letjelice koje služe za istraživanje svojstava tijela Sunčeva sustava i prostora u velikim udaljenostima od Zemlje. To su letjelice bez ljudske posade koje se mogu smatrati autonomnim, poluautomatiziranim i podaljinskim robotima. Mogu se promatrati i kao sustavi s vlastitim izvorima energije, s telemetrijskim praćenjem, mjerjenjem i upravljanjem ponašanja i odnosa na putanji, termičkom samokontrolom te podsustavima za obradbu podataka.

Izvor energije su solarne ćelije. Kako 1 m² ćelija, uz upad sunčanih zraka pod pravim kutom s udaljenosti od jedne astronomske jedinice, može dati 120 W, a snaga opada s kvadratom udaljenosti od Sunca, to se za misije do Jupitera i dalje solarne ćelije ne bi mogle rabiti. Za veće se udaljenosti upotrebljavaju termoelektrični generatori s plutonijem 238 kao izvorom topline, koja se pretvara u električnu energiju sa stupnjem djelovanja oko 10%. Radioizotopni uređaj mase 50 kg može davati na raspolaganje snagu 300 W.

Letjelice za istraživanje planeta nose, već prema vrsti zadatka, korisni znanstveni teret, raznolika sadržaja, mase

~100 kg. Tome treba pridodati i »gorivo« za mikropropulzore, kojima se može korigirati putanja naredbama sa Zemlje ili pomoću programa ugrađena u letjelicu.

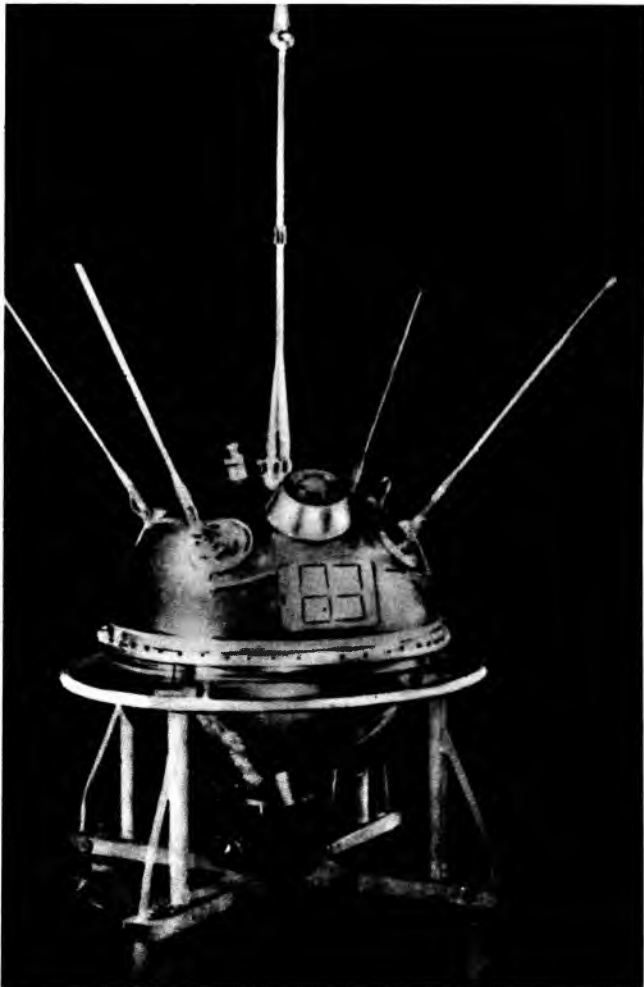
Letjelice obično imaju cijeli sklop antena za razne svrhe i razna frekvencijska područja. Antene velike usmjerenosti (dobitka) imaju paraboloidne reflektore s otvorom promjera 1–2 m. Pomoću njih se šalju signali s vrlo velikim brojem podataka iz kojih se, složenim postupkom na Zemlji, može dobiti i najpopularniji rezultat – slika onoga što letjelica promatra, naravno s nužnim vremenskim kašnjenjem. Ako se uzme u obzir činjenica da je širina snopa tih antena nekoliko stupnjeva u frekvencijskom području od 2,3 GHz, a manja od 1° u području od 8,4 GHz, lako je zamisliti koliko točno i kako stabilno mora biti usmjerenje antena da bi im u otvoru snopa ostala Zemlja, na koju se šalju podaci iz udaljenosti koje se mjere desecima udaljenosti Zemlja–Sunce.

Sonde se lansiraju raketama, a razlikuju se od Zemljinih umjetnih satelita brzinom koja je približno jednaka drugoj kozmičkoj brzini ili je veća od nje. Za lansiranje prema Marsu, Veneri i Jupiteru primjenjuje se Hohmannova transferna putanja, s najmanjim potroškom goriva. Za vanjske satelite ta putanja nije najpovoljnija, a velika, i vrlo važna, ušteda goriva postiže se tzv. guranjem, tj. iskorištavanjem planetne gravitacije, odnosno manevrima s pomoću gravitacije po vrlo složenim putanjama.

R. Galić

MJESEČEVE SONDE

Mjesečeve sonde imale su zadatak da istražuju Mjesec i prostor oko njega te pripreme spuštanje ljudi na taj Zemljin satelit. Prva sovjetska Mjesečeva sonda *Lunik 1* (sl. 1) proletjela je u siječnju 1959. pored Mjeseca na udaljenosti



Sl. 1. Model prve Mjesečeve sonde Lunik 1