

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 podaljskim 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.

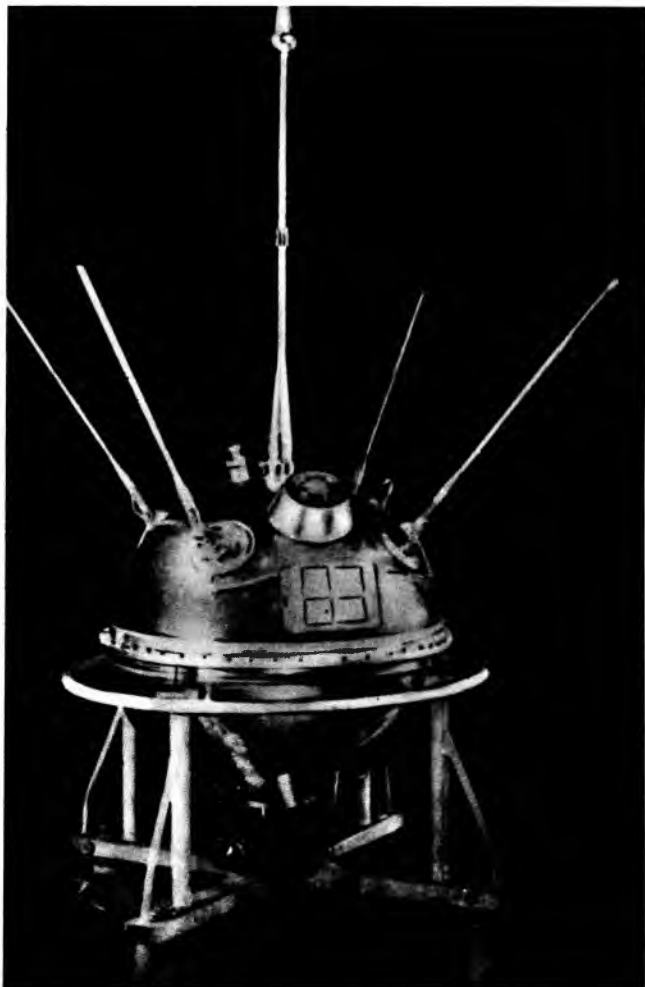
Letjelice obično imaju cijeli sklop antena za razne svrhe i razna frekventijska područja. Antene velike usmjerenosti (dobitka) imaju paraboloidne reflektore s otvorom promjera 1–2 m. Pomoću njih se šalju signali s vrlo velikim brojem podataka iz kojih se, složenim postupkom na Zemlji, može dobiti i najpopularniji 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 frekventijskom 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

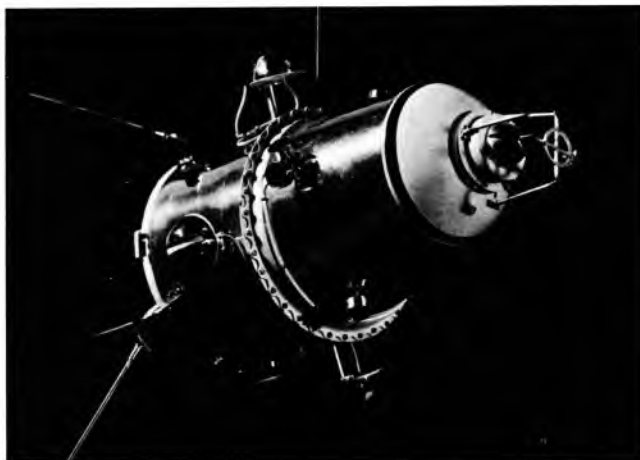
od ~7400 km i postala prvi Sunčev planetoid. Sonda *Lunik 2* pala je na površinu Mjeseca, a *Lunik 3* zaobišla je Mjesec, snimila s udaljenosti od ~60000 km velik dio njegove površine koja se ne vidi sa Zemlje i emitirala prve televizijske snimke na Zemlju. Na temelju tih snimaka izradene su karte cijele Mjesečeve površine.

Da bi se dobili što pouzdaniji podaci o svojstvima tla na Mjesecu, započelo je u SSSR i SAD sustavno istraživanje Mjesečeve površine sondama koje su najprije trebale da se *tvrd*o spuste na njegovu površinu. U toku približavanja sonda Mjesecu njihove su kamere snimale njegovu površinu i snimke emitirale na Zemlju. Bile su to prve američke sonde tipa *Ranger*. U razdoblju od 1961. do 1965. lansirano je devet takvih sonda. Sonda *Ranger 7* prva je emitirala 4310 snimaka Mjesečeve površine iz male udaljenosti. U istom je razdoblju lansirano u Sovjetskom Savezu pet sonda tipa *Luna* (*Luna 4* do *Luna 8*).

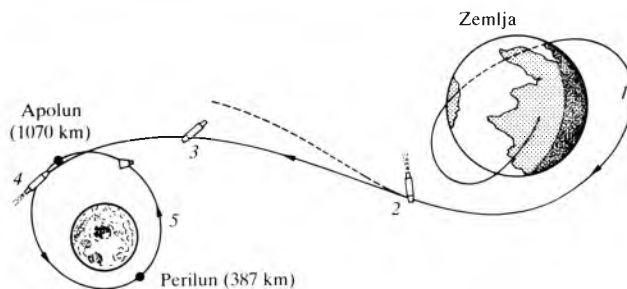
Prva sonda koja se uspješno meko spustila na Mjesec bila je *Luna 9*. Ona je emitirala snimke Mjesečeve površine. Sličan je pothvat ponovljen sondom *Luna 13*, koja je osim toga posebnim uređajem obavila i prvo *kopanje* Mjesečeva tla.

U SAD je u istom razdoblju lansirano sedam Mjesečevih sonda tipa *Surveyor* (sl. 2), od kojih se već prva meko spustila na Mjesec. Nakon spuštanja sonda je u šest tjedana odaslala na Zemlju više od 10 000 snimaka Mjesečeve površine. Sonda *Surveyor 3* izbušila je tlo na Mjesecu pomoću *mehaničke ruke*. Ustanovljeno je da je gornji sloj mrvičast i mekan kao mokri pijesak. Tri sljedeće sonde istog tipa, *Surveyor 4*, *5* i *6*, spustile su se na različitim mjestima Mjesečeve površine, a bile su opremljene uređajima za analizu sastava Mjesečeva tla. Pokazalo se da su stijene na Mjesecu vulkanskog podrijetla.

Poslije tih snimanja Mjesečeve površine u putanju je oko Mjeseca 1966. lansirana sonda *Luna 10* (sl. 3), koja je postala prvi umjetni Mjesečev satelit (sl. 4). Nedugo nakon toga lansirana je američka sonda *Lunar Orbiter*, koja je postala drugi umjetni Mjesečev satelit. Zatim je Mjesec dobio još pet sovjetskih i 5 američkih umjetnih satelita.



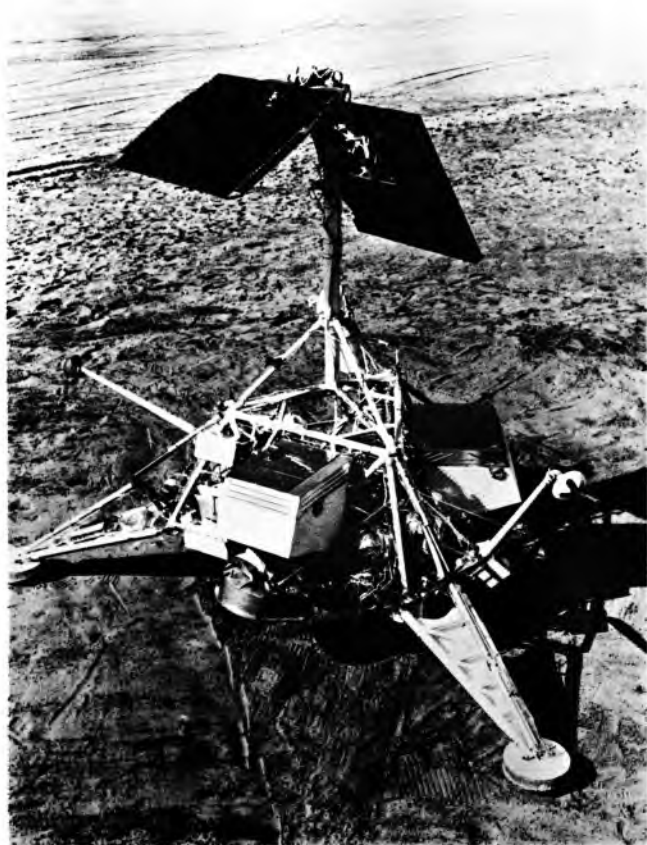
Sl. 3. Mjesečeva sonda Luna 10, koja je postala prvi umjetni Mjesečev satelit



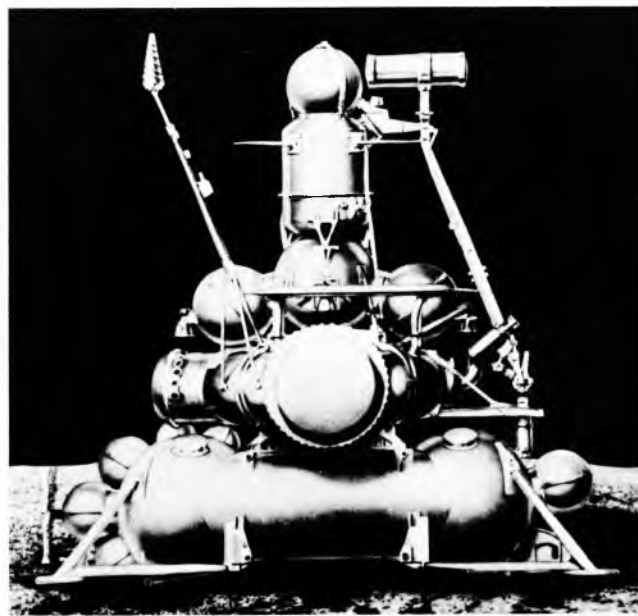
Sl. 4. Lansiranje sonde Luna 10 u putanju oko Mjeseca. 1 putanja parkiranja, 2 korektura putanje, 3 orijentiranje sonde prije uključivanja retrorakete, 4 navođenje u putanju oko Mjeseca, 5 eliptična putanja oko Mjeseca

Tim je istraživanjima utvrđeno da Mjesečevo tlo nije prekriveno dubokim slojem prašine, kako se dotad smatralo prema nekim hipotezama, te da je ono dovoljno čvrsto da podnese težinu svemirskog broda s posadom. Mjesečevim satelitima tipa *Lunar Orbiter* snimljen je gotovo svaki kvadratni metar površine, što je bilo potrebno za izbor mjesta za spuštanje čovjeka na Mjesec.

U drugoj polovici 1970. lansirana je sonda *Luna 16* (sl. 5), koja se spustila na Mjesečevu površinu u području Mora plodnosti. Na naredbu sa Zemlje ona je izbušila tlo i uzela uzorke. Zatim je gornji dio stanice uzletio pomoću raketnog pogona i vratio se na Zemlju s uzorcima Mjesečeva tla. Tako je prvi put lansirana sonda s drugoga nebeskog tijela koja se

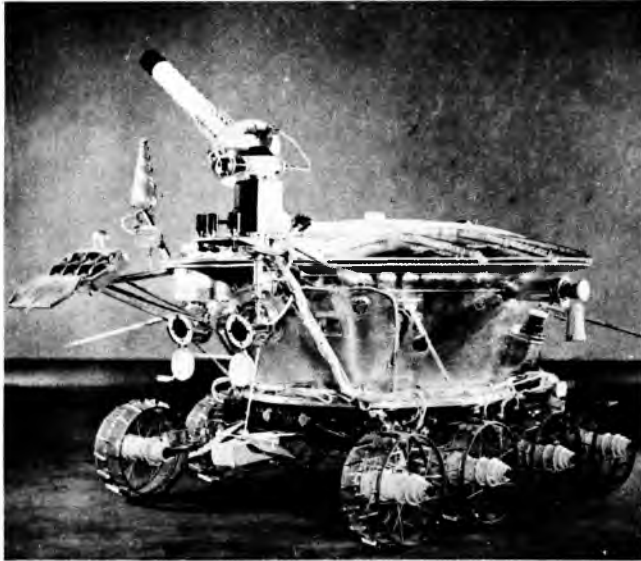


Sl. 2. Mjesečeva sonda Surveyor na tlu

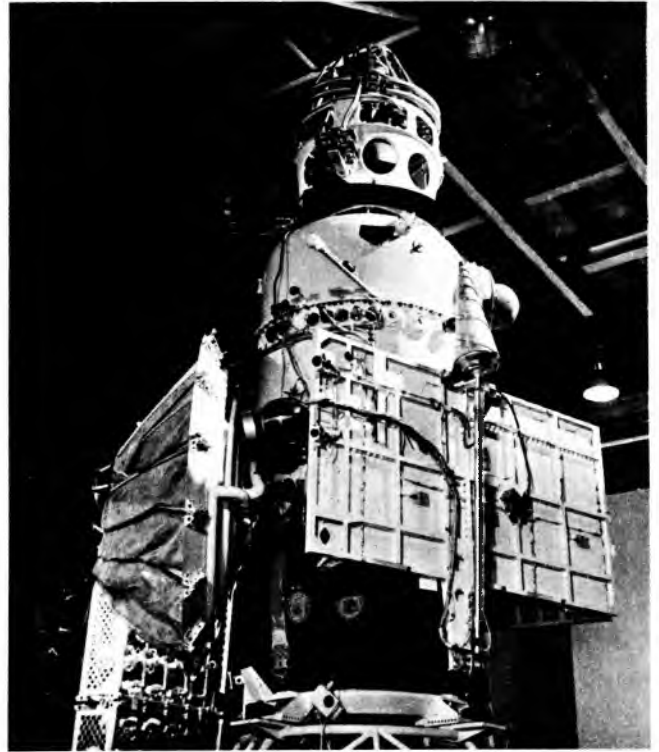


Sl. 5. Mjesečeva sonda Luna 16 na tlu

vrátila na Zemlju. Oko dva mjeseca poslije Mjesečeva sonda *Luna 17* spustila je prvo samohodno vozilo *Lunohod 1* (sl. 6). To je pokretni znanstvenoistraživački laboratorij. Vozilom se upravljalo sa Zemlje. Lunohod 1 bio je aktivan oko 10 i pol mjeseci i prevalio je oko 10 km. Njegov je laserski reflektor ostao na Mjesecu uperen prema Zemlji i služi za daljinska istraživanja pomoću lasera.



Sl. 6. Samohodno vozilo Lunohod 1



Sl. 7. Meduplanetarna sonda Venera 4

Sonda *Luna 20* izvršila je 1972. jednak eksperiment kao *Luna 16*, a sonda *Luna 21* dopremila je 1973. godine vozilo *Lunohod 2*, koje se gibalo Mjesečevom površinom dvostruko brže od Lunohoda 1. Za šest mjeseci vozilo je prevalilo ~37 km i svladalo visinsku razliku od 400 m. Za to je vrijeme emitirano ~80000 snimaka.

INTERPLANETARNE SONDE

Istraživanja planeta Venere. Od svih je planeta Venera najbliža Zemlji. Ona je ~100 puta udaljenija od Mjeseca, a najveća joj je udaljenost od Zemlje ~257·10⁶ km. Obavijena je gustom atmosferom koja se sastoji od kompaktnih oblaka koji odbijaju Sunčevu svjetlost.

Istraživanja Venere započela su 1961. lansiranjem sovjetskih sonda tipa *Venera*, od kojih je *Venera 4* (sl. 7) prva uspješno spustila probu u atmosferu planeta 1967. U 1969. lansirane su sonde *Venera 5* i *Venera 6*, koje se nisu uspjele meko spustiti na planet Venere. To je uspjelo sondama *Veneri 7* (1970) i *Veneri 8* (1972), koje su emitirale prve podatke o temperaturi i tlaku atmosfere na površini planeta.

Američka istraživanja Venere započela su 1962. odašiljanjem sonde *Mariner 2*, koja je emitirala prve podatke o temperaturi i tlaku vanjskih slojeva Venerine atmosfere. Sonda *Mariner 5*, lansirana 1967. godine, približila se Veneri na ~3200 km. Tim je istraživanjima dobiveno mnoštvo podataka o svojstvima Venerine atmosfere, pa se smatra da je na površini Venere temperatura ~450 °C i tlak ~9 MPa. Te su podatke potvrdile sonde *Venera 9* i *Venera 10*, koje su se spustile na planet Venere i emitirale slike njezine površine. Sonde *Venera 11* i *Venera 12* također su se spustile na Venere. Iz emitiranih podataka utvrđeno je da u atmosferi toga planeta ima ugljik-dioksida. Također su nastavljena američka istraživanja planeta Venere odašiljanjem sonda *Pioneer-Venus 1* i *Pioneer-Venus 2*, koje su stigle do Venere koncem 1978. godine. Kapsula jedne od njih emitirala je podatke više od jednog sata nakon spuštanja na površinu Venere.

Općenit je zaključak na temelju tih istraživanja da su na planetu Veneri uvjeti za život čovjeka tako nepovoljni da nema izgleda da bi čovjek ikada stupio na njezino tlo.

Istraživanja planeta Marsa. Najmanja udaljenost Marsa od Zemlje iznosi 56·10⁶ km, a njegova udaljenost od Sunca

mijenja se od 206...249·10⁶ km. Mars ima vrlo razrijeđenu atmosferu i dva vrlo mala satelita.

Prva istraživanja Marsove površine započela su 1962. lansiranjem sovjetske sonde *Mars 1* koja je proletjela pokraj planeta Marsa, ali nije emitirala nikakve podatke. Tek 1971. ta su istraživanja nastavljena lansiranjem usavršenih sonda *Marsa 2* i *Marsa 3*, koje su postale Marsovi umjetni sateliti. Sonda *Mars 3* uspješno je spustila svoju kapsulu s instrumentima na površinu planeta, ali s njega nisu primljene slike



Sl. 8. Meduplanetarna sonda Viking 1

njegove površine, kako je planirano. U 1973. lansirane su sonde *Mars 4* i *Mars 5*. Prva je sonda prošla pokraj Marsa na udaljenosti od ~2200 km, a druga je ušla u putanju oko Marsa. Iste godine lansirane su još sonde *Mars 6* i *Mars 7*, koje su imale i uređaje za promatranje eksplozija na Suncu.

Za dalja istraživanja Marsa najvažnije je lansiranje dviju američkih sonda *Viking* (sl. 8) koje su se 1976. meko spustile na Marsovu površinu (sl. 9). Sastojale su se od orbitalnog dijela koji je kružio oko Marsa i kapsule s mjernim instrumentima koja se pri spuštanju na Marsovu površinu oslanjala na tronožac. Kapsule su se pomoću padobrana spustile na tlo. Pomoću *mehaničkih ruku* uzimani su uzorci Marsova tla da bi se analizirali u minijaturnim laboratorijima. Analize Marsova tla, uglavnom hladnoga crvenog pijeska, ne pokazuju nikakve tragove organskog života na tom planetu. U tim uzorcima ima puno više vode nego što se pretpostavljalo, i to u obliku hidrata i karbonata. Naime, zbog niskog atmosferskog tlaka na površini Marsa (tek stoti dio tlaka na površini Zemlje) i zbog niske temperature (srednja temperatura -25°C) voda neposredno isparuje iz leda.



Sl. 9. Površina planeta Marsa snimljena iz sonde Viking 1

Površina Marsa je pustinja koja obiluje kamenjem srednje veličine i sitnozrnatom materijalom u obliku crvenkasto-smeđeg praha. Na jednoj od emitiranih slika vidi se kamena gromada veličine $\sim 1,5 \times 3$ m. Snimka iz orbitalnog dijela prikazuje krater promjera ~ 25 km oko kojeg se vidi granica širenja tekuće mase.

Istraživanja planeta Merkura. Merkur je najmanji planet u Sunčevu sustavu. Udaljenost Merkura od Zemlje varira između 70 i 220 milijuna kilometara.

Prva istraživanja Merkura uspješno su izvršena američkom sondom *Mariner 10*, koja je lansirana 1973. godine. Ona je projurila pored Venere na udaljenosti od ~ 5700 km i emitirala snimke njezina gustog oblačnog omotača. Pored Merkura je prošla kad je bila udaljena od Zemlje $\sim 146 \cdot 10^6$ km i emitirala je ~ 2300 snimaka njegove kraterima i grebenima pokrivene površine.

Prema snimkama Merkurove površine može se zaključiti da je ona veoma pusta i više išarana kraterima nego Mjesečeva, te da osim kratera i planina na Merкуру postoje duge i uske doline. Atmosfera mu je veoma razrijeđena (tlak više tisuća puta manji nego na Zemlji), sadrži inertne plinove (argon, neon, ksenon i helij) i proteže se do visine od ~ 700 km. Merkur ima svoje magnetsko polje.

Očito je, dakle, da ni Merkur nije pogodan za život čovjeka na njemu.

Istraživanja planeta Jupitera. Američka svemirska sonda *Pioneer 10*, lansirana 1972. godine, proletjela je nakon leta od 21 mjesec pored Jupitera na udaljenosti od $160 \cdot 10^3$ km i snimila njegove oblake. Zatim je nastavila let dalje u svemir kao prvi ljudskom rukom načinjen objekt koji je napustio Sunčev sustav.

Sonda *Pioneer 10*, četiri mjeseca nakon lansiranja, počela je ulaziti u opasan pojas asteroida i tako stigla na udaljenost od Zemlje koju do tada nije dostiglo nijedno umjetno nebesko tijelo. Asteroidni pojas sastoji se od prašine, kamenja, gromadnih stijena i planetoida promjera većeg od

nekoliko kilometara, za koje se smatra da su nastali eksplozijom planeta koji je kružio između Marsa i Jupitera.

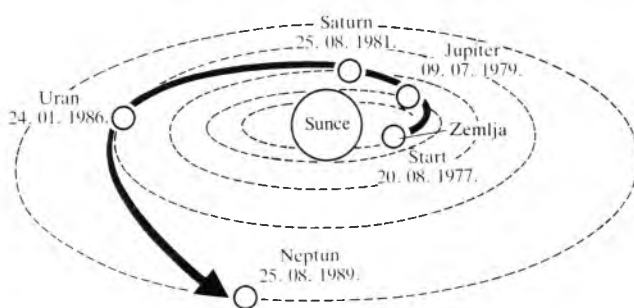
Dobiveni su podaci o broju i karakteristikama asteroida, o Jupiterovoj atmosferi, njegovu magnetskom polju i radijacijskim pojasima. Kao izvor energije na sondi služili su minijaturni radioizotopni termoelektrični generatori umjesto solarnih baterija, koji su omogućili emitiranje podataka na Zemlju sve do 1982. godine. Kad se sonda nalazila u blizini Jupitera, bilo je potrebno 45 minuta da bi njezini radiosignali stigli na Zemlju.

Istraživanja planeta Saturna. Sa sličnim zadatkom kao *Pioneer 10* lansirana je 1973. godine sonda *Pioneer 11* prema Jupiteru i Saturnu. Ona je stigla mnogo bliže Jupiteru nego *Pioneer 10*, prošla ispod njegova južnog pola i uspješno izdržala let kroz njegove radijacijske pojase. Stigavši u blizinu Jupitera, djelovanjem njegove gravitacije znatno joj se povećala brzina, te je zaobišavši Jupiter prešla u putanju prema Saturnu. Da bi stigla do Saturna, bilo je potrebno ~ 5 godina za put od $2,4 \cdot 10^9$ km. Sonda je emitirala snimke Saturna.

Djelovanjem jake Saturnove gravitacije sonda se opet ubrzala i nastavila let prema Titanu, najvećem Saturnovu satelitu, a zatim prema Uranu, emitirajući signale na Zemlju.



Sl. 10. Meduplanetarna sonda Voyager 2 za vrijeme montaže



Sl. 11. Put Voyagera 2 od trenutka lansiranja (20. 08. 1977) do njegova prolaska pokraj Neptuna (25. 08. 1989)

Istraživanja Saturna nastavljena su 1977. godine lansiranjem dviju sonda tipa *Voyager*. Najprije je lansirana sonda *Voyager 2* (sl. 10), a petnaest dana poslije i *Voyager 1*, koja je dobila oznaku 1 jer je prestigla prije lansiranu sondu. Sonda *Voyager 1* proletjela je pored Saturna i njegova satelita Titana na udaljenosti od 4000 km. Let sonde *Voyager 1* trajao je 18 mjeseci od Zemlje do Jupitera, a 20 mjeseci od Jupitera do Saturna. Ona je mnogo brže stigla do Saturna nego sonda *Pioneer 11*. Ta je velika brzina iskorištena za dalje putovanje. Sonda je sa Zemlje lansirana brzinom od ~ 14 km/s, i to je najveća brzina što je dosad postignuta pri lansiranju međuplanetarnih sonda, pa je iskorištena u daljem putovanju.

D. Bazjanac

Tablica 1
PREGLED PLANETARNIH MISIJA SAD I SSSR

| Planetarne misije SAD | | |
|-----------------------|--------------------|--|
| Misija | Datum lansiranja | Događaj ^{a)} |
| Mariner 2 | 27. kolovoza 1962. | 14. prosinca 1962. prelijetanje Venere |
| Mariner 4 | 28. studenog 1964. | 14. lipnja 1965. prelijetanje Marsa |
| Mariner 5 | 14. lipnja 1967. | 19. listopada 1967. prelijetanje Venere |
| Mariner 6 | 24. veljače 1969. | 31. lipnja 1969. prelijetanje Marsa |
| Mariner 7 | 27. ožujka 1969. | 5. kolovoza 1969. prelijetanje Marsa |
| Mariner 9 | 30. svibnja 1971. | 13. studenog 1971. u putanji oko Marsa |
| Pioneer 10 | 3. ožujka 1972. | 3. prosinca 1973. prelijetanje Jupitera |
| Pioneer 11 | 6. travnja 1973. | 3. prosinca 1974. prelijetanje Jupitera, 5. kolovoza 1979. prelijetanje Saturna |
| Mariner 10 | 3. studenog 1973. | 5. veljače 1974. prelijetanje Venere, a 29. ožujka 1974., 21. srpnja 1974. i 16. ožujka 1975. prelijetanje Merkura |
| Viking 1 | 20. kolovoza 1975. | 19. lipnja 1976. u putanji oko Marsa, a 20. srpnja 1976. meko spuštanje na Mars |
| Viking 2 | 9. rujna 1975. | 7. kolovoza 1976. u putanji oko Marsa, a 3. rujna 1976. meko spuštanje na Mars |
| Voyager 1 | 5. rujna 1977. | 5. ožujka 1979. prelijetanje Jupitera, a 12. studenog 1980. prelijetanje Saturna |
| Voyager 2 | 20. kolovoza 1977. | 9. srpnja 1979. prelijetanje Jupitera, 25. kolovoza 1981. Saturna, 24. siječnja 1986. Urana i 25. kolovoza 1989. Neptuna |
| Pioneer-Venus 1 | 20. svibnja 1978. | 4. prosinca 1978. u putanji oko Venere |
| Pioneer-Venus 2 | 8. kolovoza 1978. | 9. prosinca 1978. spuštanje 4 probe na Veneru |

^{a)} Za prelijetanje se navodi datum najvećeg približenja planetu, za putanju datum ulaska u njegovu putanju, a za spuštanje datum dodira s njegovom površinom.

Istraživanja Halleyeva kometa. Pojava Halleyeva kometa, nakon 76 godina, potaknula je ideju da se lansiraju sonde koje bi iz neposredne blizine snimile jezgru kometa. U tu je svrhu pripremljeno nekoliko sonda u SSSR i Japanu, te od Evropske svemirske organizacije. Američka je sonda trebala biti dovedena u putanju svemirskom letjelicom Challenger (v. *Svemirske letjelice*) koja je stradala krajem siječnja 1986. Prve su lansirane dvije sovjetske sonde *VEGA 1* i *VEGA 2* (Venera-Galilei) u drugoj polovici prosinca 1984. Radi se o dvije jednake sonde kojih se dio trebao spustiti na planet Veneru (što se dogodilo polovicom lipnja 1985), a drugi je dio trebao da nakon odvajanja promatra komet. One su se približile jezgri kometa početkom ožujka 1985. na udaljenosti od 10000, odnosno 3000 km, pa su poslale slike jezgre kometa.

Japanske sonde *SAKIGAKE* i *SUISEI* lansirane su početkom 1985. i u drugoj polovici iste godine.

Evropska sonda *GIOTTO* imala je masu od 960 kg u trenutku lansiranja, a 512 kg u trenutku susreta s kometom. Razlika mase odgovara utrošenom pogonskom sredstvu što je upotrijebljeno za korekcije putanje koje su omogućile susret s kometom u točno planiranom trenutku (14. ožujka 1986). Sonda je mimoišla komet na udaljenosti od ~500 km, uz relativnu brzinu od 68 km/s. U trenutku susreta sonda je bila skoro jednako udaljena od Zemlje i od Sunca. Signali sa sonde putovali su do Zemlje ~8 min. Za vrijeme prolaska kroz gušći dio oko jezgre kometa (koji ima veoma nepravilan oblik dimenzija 7...11 km) sonda je skrenula s putanje i izgubila vezu sa Zemljom, koja se poslije uspostavila. Sonda je poslala na Zemlju ~1000 slika.

| Planetarne misije SSSR | | |
|------------------------|---------------------|--|
| Misija | Datum lansiranja | Događaj ^{a)} |
| Venera 2 | 12. studenog 1965. | 27. veljače 1966. prelijetanje Venere |
| Venera 3 | 16. studenog 1965. | 1. ožujka 1966. tvrdo spuštanje na Veneru |
| Venera 4 | 12. lipnja 1967. | 18. listopada 1967. ulazak probe u Venerinu atmosferu |
| Venera 5 | 5. siječnja 1969. | 16. svibnja 1969. ulazak probe u Venerinu atmosferu |
| Venera 6 | 10. siječnja 1969. | 17. svibnja 1969. ulazak probe u Venerinu atmosferu |
| Venera 7 | 17. kolovoza 1970. | 15. prosinca 1970. spušten znanstveni teret na Veneru |
| Mars 2 | 19. svibnja 1971. | 27. studenog 1971. u putanji oko Marsa i spuštanje modula na Mars |
| Mars 3 | 28. svibnja 1971. | 2. prosinca 1971. u putanji oko Marsa i spuštanje modula na Mars |
| Venera 8 | 27. ožujka 1972. | 22. srpnja 1972. spuštanje na Veneru |
| Mars 4 | 21. srpnja 1973. | 10. veljače 1974. prelijetanje Marsa |
| Mars 5 | 25. srpnja 1973. | 2. veljače 1974. u putanji oko Marsa |
| Mars 6 | 5. kolovoza 1973. | 12. ožujka 1974. spuštanje na Mars |
| Mars 7 | 9. kolovoza 1973. | 9. ožujka 1974. prelijetanje Marsa |
| Venera 9 | 8. lipnja 1975. | 22. listopada 1975. u putanji oko Venere i spuštanje na Veneru |
| Venera 10 | 14. lipnja 1975. | 25. listopada 1975. u putanji oko Venere i spuštanje na Veneru |
| Venera 11 | 9. rujna 1978. | 25. prosinca 1978. prelijetanje Venere i spuštanje na Veneru |
| Venera 12 | 14. rujna 1978. | 21. prosinca 1978. prelijetanje Venere i spuštanje na Veneru |
| Venera 13 | 30. listopada 1981. | 1. ožujka 1982. prelijetanje Venere i spuštanje na Veneru |
| Venera 14 | 4. studenog 1981. | 5. ožujka 1982. prelijetanje Venere i spuštanje na Veneru |
| Venera 15 | 2. lipnja 1983. | 10. listopada 1983. u putanji oko Venere |
| Venera 16 | 7. lipnja 1983. | 14. listopada 1983. u putanji oko Venere |
| VEGA 1 | 15. prosinca 1984. | 11. lipnja 1985. prelijetanje Venere, ispuštanje balona i spuštanje proba na Veneru, a 6. ožujka 1986. prelijetanje Halleyeva kometa |
| VEGA 2 | 21. prosinca 1984. | 15. lipnja 1985. prelijetanje Venere, ispuštanje balona i spuštanje proba na Veneru, a 9. ožujka 1986. prelijetanje Halleyeva kometa |

BUDUĆA PLANETARNA ISPITIVANJA

Prvi susret s asteroidom treba biti početkom 90-ih godina. Letjelica *Galileo*, na putu za Jupiter, proletjela bi u listopadu 1991. uz asteroid Gaspra na udaljenosti 1000 km, a uz jedan drugi asteroid sredinom 1993. Misija namijenjena istraživanju asteroida nazvana je *Vesta*. To je zajednički projekt Francuske i Sovjetskog Saveza koji bi se ostvario dvjema jednakim letjelicama sredinom devedesetih godina. Predviđa se proljetanje pokraj 4 ili 5 malenih asteroida različita tipa i jednog kometa. U pripremi je i zajednička misija SAD i Njemačke pod nazivom *CRAF* (Comet Rendezvous and Asteroid Flyby).

Svrha je svih tih misija raznim sondama bolje upoznavanje planeta i međuplanetarnog prostora i dobivanje podataka za proučavanje nastanka obitelji našeg Sunca.

Pregled planetarnih misija SAD i SSSR dan je u tablici 1.

R. Galić

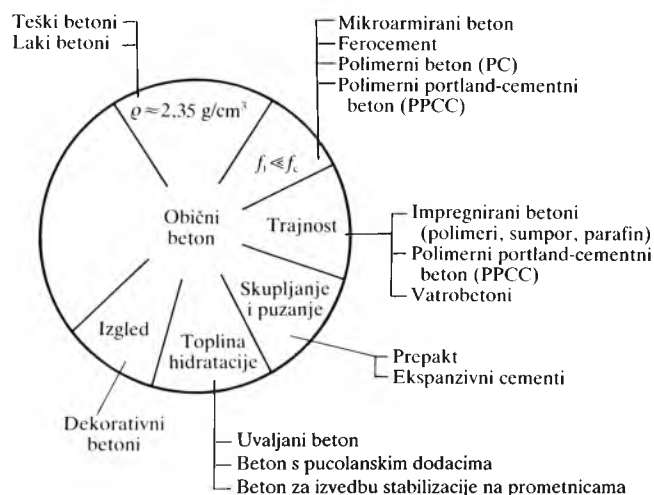
LIT.: Telecommunication Journal, UIT Geneve, godišta 1962–1984, Notified Satellite Launchings. – R. Lüst, R. Reinhard, Planetary Science and Engineering. ESA Bulletin, 57(1989), str. 21 i 22.

D. Bazjanac R. Galić

SPECIJALNI BETONI, betoni (v. *Beton (cementni)*, TE 2, str. 1) koji u svom sastavu sadrže osim sastojaka normalnog betona (cementa, agregata, vode i aditiva, te eventualno pucolanskih i latentno hidrauličkih dodataka) i sastojke koji mijenjaju osnovna svojstva betona.

Specijalni tehnološki postupci koji se primjenjuju u proizvodnji betona kao što su npr. ubrzano očvršćavanje, podvodno betoniranje, betoniranja u ekstremnim klimatskim uvjetima ne spadaju u područje specijalnih betona.

Sastav betona pruža velike mogućnosti prilagođavanja njegovih svojstava potrebama. Svako se njegovo svojstvo može modificirati prema namjeni, pa je tako nastalo mnogo vrsta specijalnih betona (sl. 1). Prilagođavanjem svojstava specijalnih betona uz primjenu polimera i različitih vlakana mogu se napraviti takvi kompozitni materijali koji će uspješno zamijeniti tradicionalne materijale u građevinarstvu kao što su drvo, keramika i metali.



Sl. 1. Vrste specijalnih betona nastalih modifikacijom svojstava običnog betona

Prilagođavanje vlačne čvrstoće i žilavosti. Za razliku od drugih gradiva beton ima prema tlačnoj (f_c) malu vlačnu čvrstoću (f_t). Zato je povijest primjene betona kao konstrukcijskog materijala (nosive konstrukcije) puna napora da se ukloni taj njegov nedostatak. Tako je nastao armirani beton (v. *Armirani beton*, TE 1, str. 387), pa prednapeti beton (v. *Betonske konstrukcije*, TE 2, str. 17; v. *Prednapeti beton*, TE 11, str. 57). Kao moguća novija rješenja pojavljuju se mikroarmirani beton, ferocement, polimerima modificirani portland-cementni beton i polimerni beton.

Mikroarmirani beton, strunobeton, vlaknima je armiran beton koji sadrži osim sastojaka običnog betona još i diskontinuirana metalna, polimerna ili prirodna vlakna (sl. 2). Svrha je mikroarmiranja povećanje vlačne čvrstoće betona i odgađanje širenja pukotina prenošenjem naprezanja s već napukla presjeka na susjedne presjke. Mikroarmiranjem se znatno povećava žilavost betona pa su moguće još znatne deformacije nakon što se dostigne njegova vlačna čvrstoća.

Ferocement je jedan od oblika armiranog betona koji se, međutim, bitno različito armira od konvencionalno armiranog betona, pa ima drukčiju čvrstoću, deformacije i moguće primjene. Ferocement je kompozitni materijal koji se sastoji od gusto pakiranih slojeva žičane mreže, obično postavljene

na okvire od debljih čeličnih šipki i zapunjenih (impregniranih) cementnim mortom. Debljina je kompozita obično manja od 25 mm (sl. 3).



Sl. 2. Izgled prijelomne površine mikroarmiranog betona



Sl. 3. Pogled na karakteristični panel od ferocementa

Prilagođavanje gustoće betona. Druga je karakteristika betona njegova razmjerno velika gustoća u usporedbi s korisnim opterećenjem konstrukcije. Ukupna se masa konstrukcije može smanjiti pogodnim izborom poprečnog presjeka nosivog elementa konstrukcije (npr. sandučasti presjeci i T-presjeci), ćelijastom strukturom konstrukcija, prednaprežanjem i upotrebom betona velike čvrstoće. Specijalni betoni kojima se smanjuje težina konstrukcije nazivaju se laki betoni (v. *Beton*, TE 2, str. 15).

Laki betoni imaju gustoću manju od 2000 kg/m^3 . Prema tome kako se postiže manja gustoća betona, laki betoni mogu biti: a) lakoagregatni betoni, b) betoni od jednakoznatog agregata i c) ćelijasti betoni. Smanjenje se gustoće uvijek postiže stvaranjem pora u agregatu, u mortu ili u međuprostorima između krupnih zrna agregata. Razumljivo je da se stvaranjem pora u betonu smanjuje njegova čvrstoća u usporedbi s običnim betonom, ali se dobiva niz drugih prednosti kao što su izolacijska svojstva i manja težina. Prema namjeni, laki se betoni svrstavaju u konstrukcijske, konstrukcijsko-izolacijske i izolacijske (tabl. 1).

Teški betoni. U nekim je primjenama, međutim, potrebna što veća masa betona. To su npr. protutezi na mostovima, blokovi za gradnju lukobrana radi zaštite od velikih morskih valova, te danas najvažnija primjena, zaštita od radioaktivnog zračenja (v. *Radioaktivnost*, TE 11, str. 398) u industrijskoj