

PREGLED SVEMIRSKIH ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA U MAĐARSKOJ

Miljenko SOLARIĆ – Zagreb*

SAŽETAK. Dan je kratki pregled svemirskih istraživanja u Mađarskoj s posebnim osvrtom na rad i uspjehe u Satelitskom geodetskom opservatoriju u Pencu (Instituta za geodeziju, kartografiju i daljinska istraživanja u Budimpešti).

1. UVOD

Prošle je godine u Mađarskoj tiskana knjižica "Space Activities in Hungary – 50 Years" (Svemirske aktivnosti u Mađarskoj – 50 godina) (Both, Horvath 1996). U njoj je na 160 stranica dan pregled razvoja svemirskih istraživanja u Mađarskoj i njihov doprinos toj suvremenoj tehnologiji.

Mađarska svemirska istraživanja **započeta su 6. veljače 1946. godine**, kada je Zoltan Bay sa svojim kolegama primio prve radio-radarske signale reflektirane od Mjesečeve površine. Radovi na tom radio-radaru započeti su 1942. godine.

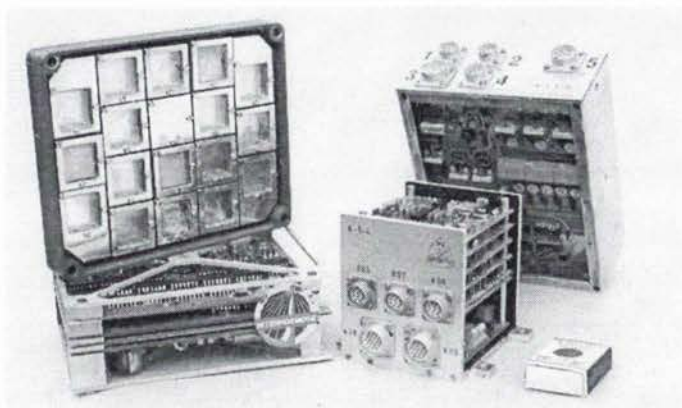
Usprkos nepovoljnim političkim prilikama mađarski su znanstvenici dali veliki doprinos razvoju svemirskih istraživanja. Tako su njihovi znanstvenici i tehničari konstruirali niz instrumenata što su postavljeni u satelite. Pasivna plastična folija, zamka za mikrometeorite je prvi takav instrument, mađarske proizvodnje, postavljen u rakete Vertikal-1 (1970. godine), Vertikal-2 (1971.godine) i na satelit Intercosmos-6 (1972. godine). Elektronski dio za obradu podataka detektora za mikrometeorite ugrađen je u satelite Intercosmos 12 i 14 (1974. i 1975.godine).

Prvi Mađar – astronaut u svemirskom prostoru oko Zemlje bio je Bertalan Farkas u svemirskom brodu Sojuz 36 (26. svibnja 1980. godine).

O velikom doprinosu Mađarske u svemirskim istraživanjima svjedoče mnogobrojne znanstveno-istraživačke ustanove u kojima se izvode takva istraživanja. Naime, radi se o čak **25 ustanova** u kojima se izvode razna istraživanja od kojih ćemo izdvojiti samo one što su posebno interesantne nama geodetima:

- Satelitski geodetski opservatorij u Pencu (Instituta za geodeziju, kartografiju i daljinska istraživanja),
- Centar za daljinska istraživanja (Instituta za geodeziju, kartografiju i daljinska istraživanja),
- Geodetski i geofizički institut mađarske akademije znanosti u Sopronu,
- Tehničko sveučilište u Budimpešti, građevinski fakultet, odjel za fotogrametriju itd.

* Adresa: Prof.dr.sc. Miljenko Solarić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10000 Zagreb, Kačićeva 26



Slika 1. Pasivna plastična folija, zamka za mikrometeorite (na slici lijevo) i elektronski dio za obradu podataka detektora mikrometeorita (na slici desno) prvi su mađarski instrumenti ugrađeni u rakete-satelite.

Međutim, ovdje se moraju dodati i znanstvena **dostignuća mađarskih znanstvenika koji su prebjegli iz Mađarske** na zapad i postali vodeći stručnjaci u Sjedinjenim Američkim Državama, kao na primjer prof.dr. Ivan Mueller, dr. Imbre Izak itd.

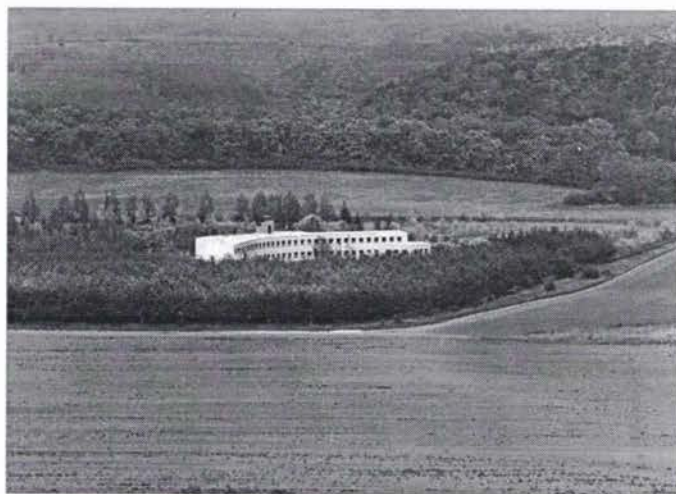


Slika 2. Mađarski astronaut Bertalan Farkas u satelitu – svemirskoj stanici Saljut (1980. godine).

2. SATELITSKI GEODETSKI OPSERVATORIJ U PENCU

Satelitski geodetski opservatorij u Pencu (Instituta za geodeziju, kartografiju i daljinska istraživanja) osnovan je sa zadatkom da istražuje i razvija satelitsku geodeziju u Mađarskoj. Opservatorij je izgrađen i opskrbljen uređajima u skladu s europskim standardima, a otvoren je 1976. godine pokraj Penca. To se malo mjesto nalazi 50 km sjeveroistočno od Budimpešte.

Aktivnosti su Opservatorija bile koncentrirane prije svega na osnovna istraživanja, razvoj tehnologija, transfer naprednih tehnologija na području satelitske – prostorne geodezije i primjene tih tehnologija za dobrobit mađarske geodetske zajednice. **Takva se istraživanja mogu izvoditi samo u širokoj internacionalnoj suradnji** te je zbog toga međunarodna suradnja imala uvijek veliku ulogu u radu i razvoju Opservatorija.



Slika 3. Glavna zgrada Satelitskog geodetskog opservatorija pokraj Pencia

U početku su se fotografska opažanja položaja umjetnih Zemljinih satelita izvodila u Pencu upotrebom:

- fotografske, pomične četvero-osne kamere AFU-75 (slika 4) i
- SBG pomične kamere (proizvodnje Carl Zeiss Jenna) (slika 5).



Slika 4. Fotografska pomična četvero-osna kamera za praćenje gibanja umjetnih Zemljinih satelita AFU-75



Slika 5. SBG pomična četvero-osna kamera za praćenje gibanja umjetnih Zemljinih satelita (Carl Zeiss) i dograđeni laserski uređaj za mjerenje udaljenosti umjetnih satelita.

To je u ono doba bila vrhunska oprema za praćenje gibanja umjetnih Zemljinih satelita, a po kvaliteti, prema ocjeni nekih stručnjaka, bila je jednaka američkoj kameri za praćenje umjetnih Zemljinih satelita Baker-Nuun.

Poslije je na SBG kameru dograđen laserski uređaj za mjerenje udaljenosti umjetnih Zemljinih satelita.

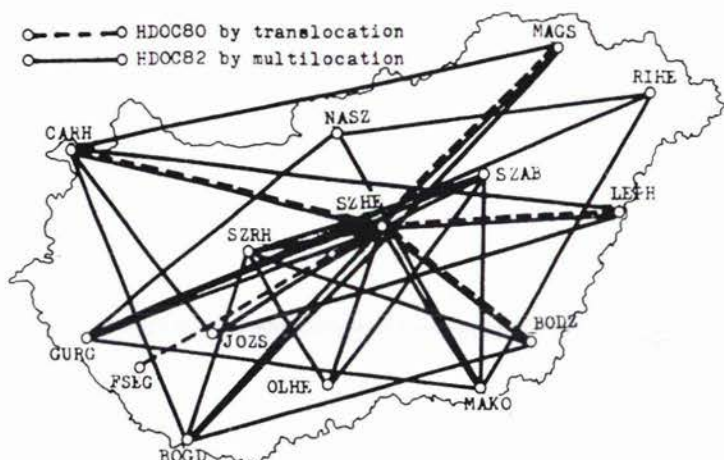
Opservatorij iz Pencia je davao svoje fotografske i laserske podatke mjerenja agencijama Astrosovjetu, Intercosmosu (Udruženju za kooperaciju akademija bivših "socijalističkih" zemalja), a sudjelovao je i u nekoliko međunarodnih opažачkih kampanja.

Ta je prilično pasivna uloga Opservatorija u Pencu promijenjena 1978. godine, kada su počela doplerovska opažanja pomoću satelita tipa TRANSIT upotrebom doplerovskog prijmnika JMR (slika 6).



Slika 6. Doplerovski prijmnik JMR

Postupno je Opservatorij Penc počeo igrati aktivnu regionalnu ulogu, inicirajući unapređenja istraživanja i njegov razvoj. U 1980. godini Opservatorij je bio koorganizator prvog zajedničkog projekta zemalja zapadnog i istočnog bloka West-East Doppler Observation Campaign (skraćeno WEDOC) i 1982. godine projekta WEDOC-2. Razvijeno je nekoliko vlastitih softverskih paketa programa (SADOSA, PENCDIP) za visokotočnu obradu doplerovskih podataka mjerenja, koji su bili internacionalno visoko ocijenjeni i traženi. U istom vremenskom periodu uspostavljena je mađarska nacionalna osnovna doplerovska mreža (slika 7), demonstrirajući pri tom visoku točnost i efikasnost. Tako su oni uveli nove satelitske tehnologije u tradicionalno klasično područje geodezije.



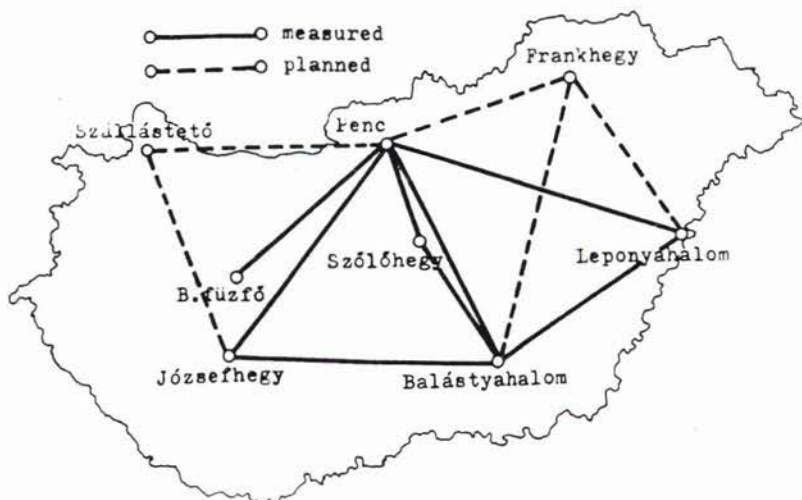
Slika 7. Doplerovske stanice u trigonometrijskoj mreži Mađarske (Translocation = relativno određivanje položaja točke doplerovskim mjerenjem u odnosu na poznatu točku. Multylocation = istovremeno doplerovsko mjerenje i izjednačenje na više točaka odjednom.)

Treba spomenuti da su oni prethodno pokušali uspostaviti 3D (trodimenzionalnu) mrežu uz pomoć stelarne trigonometrijske mreže (satelitske trigonometrijske mreže) (slika 8) (Joo et.al. 1985) i (Czobor 1990).

Od sredine osamdesetih godina porastao je zahtjev za promjenom tehnologije mjerenja. Tako je bio osnovan 1985. godine tim koji se bavio perspektivama razvoja svemirskih tehnologija mjerenja i njihovom primjenom u geodeziji. Zbog toga je posebno porastao interes za VLBI (Very Long Basis Interferometry) – dugobazisne interferometre. Njihov je tim je uzeo učešće u izradi studije za projekt QUASAT, koji je organizirala ESA (Europe Satellite Agency). Izrađene su nove koncepcije za visokotočna određivanja orbita svemirskih VLBI satelita. Tim za VLBI s Opservatorija Penc uzima aktivnu ulogu čak i danas u tradicionalno radio-astronomskim projektima preko Astro Space Centre Lebedjevog instituta za fiziku u Moskvi. Vodeća uloga tima za VLBI iz Opservatorija Penc je internacionalno priznata. To se može ilustrirati ne samo preko broja tiskanih radova već i po njihovoj vodećoj ulozi u internacionalnim studijskim grupama (npr. IAG SSG 2.109).

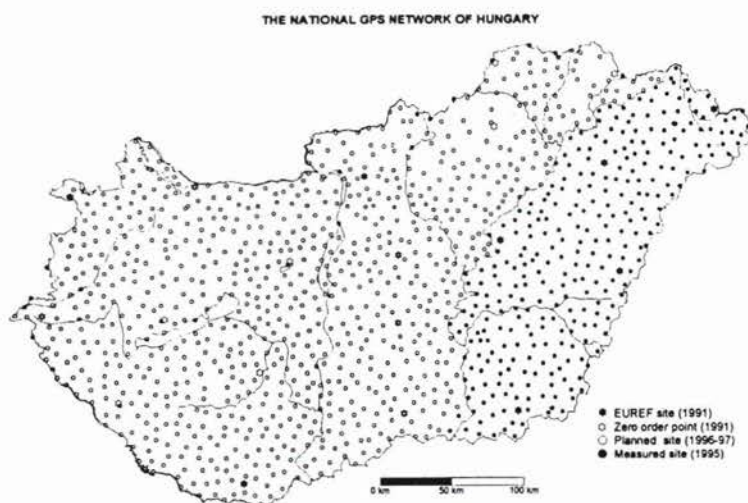
Oni su surađivali i s ESA (Europe Satellite Agency), JIVE (Joint Institute for VLBI in Europe), NASA JPL (SAD) i drugim međunarodnim institucijama.

Na području praktične geodezije prava je revolucija nastala s unapređenjem GPS tehnike. Prvi su GPS prijammnici stigli u Mađarsku u 1990. godini i bili su odmah upo-



Slika 8. Stelarna trigonometrijska mreža (satelitska trigonometrijska mreža) Mađarske

trijebljeni u geodetskim terenskim radovima. U EUREF mrežu (europsku referentnu mrežu) Mađari su se uključili zajedno s Češkom i Slovačkom 1991. godine, oslanjajući se na GPS točke u Austriji, Njemačkoj, Poljskoj i Švicarskoj. Ta je složena svemirska tehnologija postala "svakodnevno oruđe" mađarskih geodeta (Adam et al. 1995) i (Fejes 1996). Na osnovi GPS mjerenja obnovljena je Mađarska nacionalna mreža vezajući se na EUREF točke, kao što se vidi na slici 9. Tako će do kraja ove godine biti uspostavljeno čak 1000 GPS točaka.



Slika 9. Mađarska nacionalna GPS mreža (1000 GPS točaka)
 * EUREF točke (1991. godine), * točke nultog reda (1991.),
 ○ planirane točke (1996.-1997.), ● izmjerene točke (1995.).

U cilju određivanja tektonskih pomicanja izgrađena je Geodinamička referentna GPS mreža za praćenje pomaka Zemljine kore u 1991. godini. Na njihovu inicijativu i znanstvenika iz Poljske, a uz svesrdnu pomoć kolega geodeta iz Njemačke pokrenut je Centralno europski geodinamički regionalni projekt (skraćeno CERGOP) u 1993. godini. U njega je uključeno 11 centralnoeuropskih zemalja, među kojima i Hrvatska. Iz Mađarske su uvrštene 3 točke (Penc, Csar i Disz).

Važan kamen temeljac za primjenu GPS mjerenja u Mađarskoj čini uspostava permanentne GPS stanice Penc na Satelitskoj geodetskoj Opservatoriji. To je glavna GPS stanica za precizna terenska mjerenja i navigacijske namjene.

3. CENTAR ZA DALJINSKA ISTRAŽIVANJA U BUDIMPEŠTI

Prvi satelit s kamerama-senzorima, koje su namijenjene za daljinska istraživanja, bio je lansiran 1972. godine, a nazvan je Landsat-1.

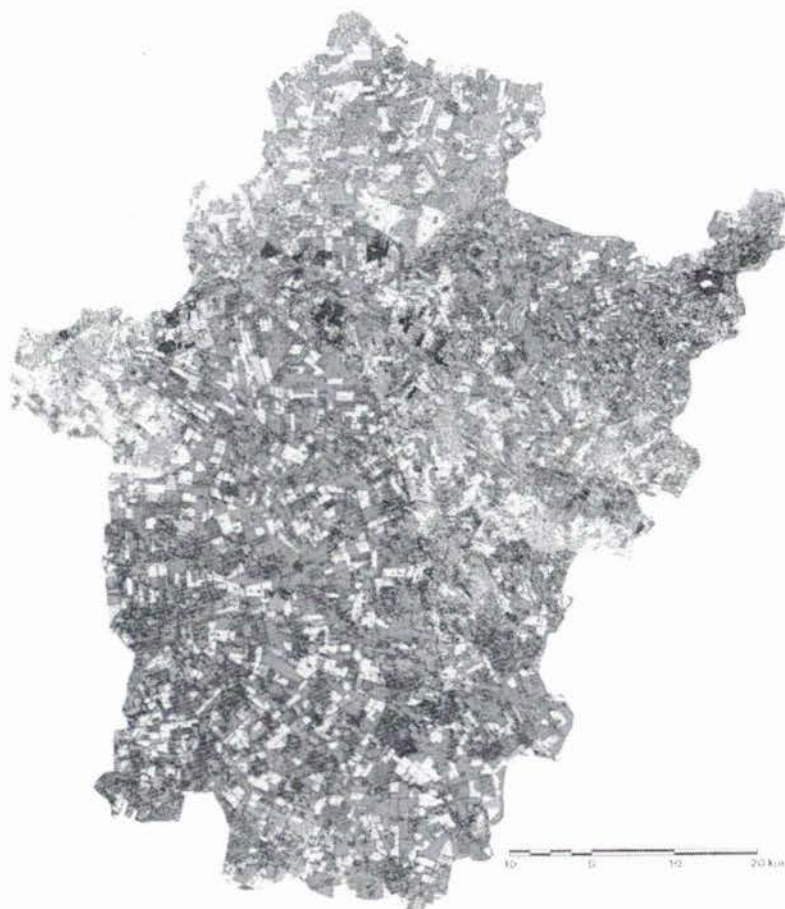
Početni pokušaji primjene daljinskih istraživanja u Mađarskoj datiraju od gotovo samoga početka ere daljinskih istraživanja. Tako je na primjer na simpoziju Intercosmosa u Budimpešti 1977. godine podnesen referat o primjeni daljinskih istraživanja u određivanju nivoa podzemnih voda.

Centar za daljinska istraživanja (Instituta za geodeziju, kartografiju i daljinska istraživanja iz Budimpešte) službeno je osnovan 1980. godine. Međutim, redovita su daljinska istraživanja započeta već ranije, 1978. godine.

Suradivali su, posebice u početku s članicama Intercosmosa, a i u novije vrijeme i sa zemljama zapada te s međunarodnim znanstveno-istraživačkim organizacijama.



Slika 10. Digitalno sjedinjeni SPOT XS i PAN podaci Budimpešte (13. kolovoz 1991. godine). Podaci su obrađeni u Centru za daljinska istraživanja u Budimpešti.



Slika 11. Karta kultura-žetve okruga Bekes (1. srpnja 1987. godine) obrađena u Centru za daljinska istraživanja u Budimpešti, a izvedena iz podataka satelita Landsat TM.

Daljinska se istraživanja primjenjuju za: više namijena u poljoprivredi, šumarstvu, geologiji, agrometeorologiji, kontroli kvalitete vode u jezerima, za potrebe regionalnog planiranja itd.

4. ZAKLJUČAK

Ovo je vrlo kratki i sažet opis svemirskih istraživanja u Mađarskoj, a samo nešto je više prostora posvećeno radu Satelitskoga geodetskoga opservatorija u Pencu. Pored toga iz njega se može puno naučiti. Naime, mađarski su geodeti i usprkos potčinjenom položaju u bivšem istočnom bloku sustavnim radom i zalaganjem postigli znatne znanstvene i stručne rezultate. Još se jednom dokazalo da su ljudi – znanstvenici i stručnjaci glavni resurs-blago nekog naroda.

Iz ovog se primjera vidi da je velika šteta što u Hrvatskoj nije bio osnovan Geodetski institut i što nama nije bila dozvoljena međunarodna znanstvena suradnja na

našem Opservatoriju Hvar Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (osim učešća u dvije doplerovske mjerne kampanje IGDOC' 82 i WEDOC - 2).

Našim mađarskim kolegama geodetima, a posebice članovima Satelitskog geodetskog opservatorija u Pencu, možemo iskreno čestitati na njihovim uspjesima. Oni nam mogu postati uzor isto kao što su to naši drugi indirektni sjeverni susjedi Austrijanci. Upravo njihova iskustva trebamo prilagoditi našim uvjetima i krenuti u bolje prihvaćanje suvremenih tehnologija, ali uz razvoj vlastitog znanstvenog i istraživačkog rada.

LITERATURA:

- Adam, J., Borza, T., Kenyeres, A., Nemeth, Z., Szabo, G. (1995): National Report of Hungary on EUREF Activities in 1994-1995. Helsinki, May 3-6, 1995. VBKFIE-BAW Astr.-Geod. Arb. Heft 56, 165-168.
- Both, E., Horvath, A. (1996): Space Activities in Hungary - 50 Years. Budapest.
- Czobor, A. (1990): A national 3D network. FOMI, 1-11
- Fejes, I. (1995): Hungarian National Report to the Fourth CERGOP Working Conference. Reports on Geodesy Warsaw University of Technology No. 5(18), 53-54.
- Fejes, I. (1996): Hungarian National Report to the Sixth CEI CERGOP Working Conference. Report on Geodesy Warsaw University of Technology No. 5(23), 27-28.
- Joo, I., Adam, J., Czobor, A., Mihaly, Sz. (1985): Improvement of the Hungarian National Geodetic Control Network by Satellite Doppler Positioning. Uni BwM, Heft 20-1, 145-161.

REVIEW OF SPACE SCIENTIFIC RESEARCH IN HUNGARY

SUMMARY: The paper presents the short review of space research in Hungary accompanied by a special retrospect of the work and achievements at the Satellite Geodetic Observatory in Penc (Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing in Budapest).

Primljeno: 1997-07-07