

## MAGYARORSZÁG ÉS AZ ŰRKUTATÁS ŰRDINAMIKA SOROZAT, 7. BEFEJEZŐ RÉSZ

### HUNGARY AND SPACE EXPLORATION

SZABÓ József

(ORCID: 0000-0002-6607-370X)

[szabo.jozsef95@chello.hu](mailto:szabo.jozsef95@chello.hu)

#### Absztrakt

A cikksorozat 7., befejező részében az olvasó a magyar űrkutatási tevékenységet ismerheti meg. Bemutatásra kerül a Hold-radar kísérlet, Farkas Bertalan magyar űrhajós részvétele az Interkozmosz programban és az űrkutatásban közreműködő szervezetek névsora.

Magyarország 1991-óta tagjelöltje volt, majd 2014 tavaszától tagja lett az Európai Űrügynökségnek (ESA). A tagság nagymértékben kibővítette az ország lehetőségeit az űripari eszközök gyártásának területén.

**Kulcsszavak:** Hold-radar kísérlet, Interkozmosz együttműködés, ESA, csatlakozás

#### Abstract

The reader can face with Hungarian space exploration activity in the 7th, final part of our article series. The Lunar Echo Experiment, the Hungarian astronaut Bertalan Farkas's participation in the Intercosmos program and the list of organizations involved in space research will be presented in this paper.

Hungary has been a candidate of European Space Agency since 1991 and became a full member of it in spring 2014. The country's potential in the field of producing space technology equipment has been greatly expanded by the membership.

**Keywords:** Moon radar experiment, Intercosmos cooperation, Connection to ESA

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.07.10.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.08.24.

## BEVEZETÉS

Magyarország tudósai — talán első alkalommal — akkor vettek részt az űrkutatásban, amikor a norvég király felkérésére Hell Miksa és Sajnovics János, még a 18. században, 1769-ben, a sarkkörön túlról, a Norvégia Vardö szigetéről, az ott megépített megfigyelőhelyről nézhették végig, amint a Vénusz átvonul a Nap korongja előtt. [1] A megfigyelés jelentősége abban is állt, hogy Newton, az új világkép megalkotója alig 50 éve hunyt el, még alig egy évszázada építette fel új világképét, amely „erőcentrumokból, és hatásukra létrejövő mechanikus mozgásokból áll”.

Még kétkedéssel fogadták, hogy a világ közepe nem a Föld, s hogy a Föld gömb, és nem tányér alakú, s hogy ezen a gömb alakú égitesten él az emberiség. Sokáig kételkedtek abban is, hogy bolygónk, a Föld, a Nap körül kering, s ugyanezt teszi a többi bolygó is. A Vénusz Nap előtti átvonulása óriási jelentőséggel bírt, hiszen egyértelműen igazolta az ókori tudós, a Szamosz szigetén élő Arisztarkhosz, majd több mint 1500 év múlva Kopernikusz, Kepler és végső soron Newton állításait, az egyetemes tömegvonzás törvényét. A két csillagász megfigyelése egyértelművé tette, hogy a bolygók nem a Föld, hanem a Nap körül keringenek.

## MAGYAROK KORUNK ŰRKUTATÁSÁBAN

Ha a magyar űrkutatás történetét szeretnénk összefoglalni, akkor vissza kell nyúlnunk az 1946-os esztendőhöz. Ekkor került a Bay Zoltán akadémikus vezette csoport abba a helyzetbe, hogy az általuk kifejlesztett Hold-radar kísérleti eszközét kipróbálhatták. Elektromágneses impulzusokat bocsátottak ki a Hold irányába, s felfogták a visszavert jeleket, s az eltelt időből meghatározták a Hold és a Föld közötti távolságot. [2.] Ezt a tényt foghatjuk fel úgy, mint az első magyar űrkutatási tevékenységet. Semmit nem von le e kísérlet jelentőségéből az a tény, hogy ugyanebben az időben, sőt a magyar kísérleti mérést megelőzően egy hónappal, az Amerikai Egyesült Államokban egy tudós csoport ugyanezt a mérés már elvégezte. A két tudóscsoport egymás tevékenységéről semmit nem tudott, így a tudomány mindkettőt első kísérletként tartja számon.

A magyar kutatócsoportban vezető szerepet játszott a kiváló fizikus, Simonyi Károly, A *fizika kultúrtörténete* c. könyv későbbi szerzője, a „második magyar származású” űrhajós, Charles Simonyi édesapja. Az ő általa megírt könyv ma minden mérnök könyvtárában ott kell, hogy legyen, annyi érték van benne. S mivel e mű valóban a fizika kultúrtörténete, olyan sarkalatos tényeket tartalmaz, amelyek ma is helytállóak, s a jövőben is azok maradnak. [5]

A fenti űrkutatási tevékenység után 10 évig e tevékenység Magyarországon szünetelt, s csak 1956-ban alakult meg a Társadalom és Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat Asztronautikai Bizottsága, a mai Magyar Asztronautikai Társaság jogelőd szervezete, amely az űrkutatás népszerűsítését tűzte ki célul. A Szputnyik-1 pályára állítása előtt, a magyar Csillagászati Intézet felkérésére, Almár Iván csillagász vezetésével megszervezték Magyarországon a műholdmegfigyelő hálózatot, amelyet a Szputnyik-1 pályájának megfigyelésére is eredményesen felhasználtak. Meg kell itt említeni a fiatalon elhunyt Izsák Imre nevét, aki a mesterséges holdak pályáinál megfigyelhető anomáliák alapján elsőként végezte el a Föld alakjának meghatározását, az un. „geoidot”. [6] [14]

Az 1960-as években — az akkori szovjet miniszterelnök, Koszigin javaslatára megkezdődött a volt szocialista országok űrkutatási együttműködése, amely az Interkozmosz nevet viselte, s a magyar tudósok is bekapcsolódhattak az űrkutatási problémák megoldásába. Ezen együttműködés keretében számos érdekes és jelentős kísérletben vettek részt magyar kutatók, s jártak a világűrben a magyar mérnökök által készített berendezések. Mindjárt az együttműködés kezdetén indultak az ionoszféra-kutatások, amelyek során a távolsági rádióösszeköttetés, illetve a Nap felszínén lejátszódó jelenségek földi hatásának tisztázása szempontjából bírtak különös jelentőséggel. E kutatások terén elért nagyszerű eredmények

megismerése fontos volt, s ekkor, Tófalvi Gyula kutatómérnök és társai, a híradástechnika terén elért eredményeikért megosztott Kossuth-díjat kaptak. [7]

Ebben az időben, 1961-ben alakult meg az első, mindenképpen a legnagyobb múlttal rendelkező kutatócsoport, a Ferencz Csaba vezette Rakétatechnikai Tudományos Diákkör, amelynek utódja alkotta meg a közelmúlt első magyar mesterséges holdat, a MaSat—1-et. Ez az 1 dm<sup>3</sup>-nyi terjedelmű, közel 1 kg tömegű, aprócska műhold messze a tervezett időn túl működött, s mintegy 3 évig szolgáltatta az adatokat és küldte a fényképeket a Földre.

Ugyancsak jelentős szerepet játszottak kutatóink az ún. VEGA programban, amely a Halley-üstökös magját, és csóvájának anyagát volt hivatva vizsgálni, kutatni. Az űrszonda televíziós elektronikájának tápegységét, valamint a fedélzeti adatgyűjtő és továbbító számítógépet is magyar mérnökök készítették. A küldetés során kitűnően helytállt műszerek a magyar űrkutatás egyik fellegvárában dolgozó, a volt KFKI mérnökeinek munkáját dicséri. [5]

Ezen kívül folyt a kis- és nagyenergiájú részecskék kutatása, ehhez kiváló spektrométereket készítettek a magyar mérnökök, vették a világűrben mért adatokat, s részt vettek azok feldolgozásában, kiértékelésében. Jelentős esemény volt az Interkozmosz együttműködés terén, amikor magyar űrhajós is bekapcsolódhatott a világűrben folyó kutatómunkába. Az 1970-es évek második felében 13 kutatói programot készítettek elő kutatóink, s számos, kitűnően bevált műszer megépítésére került sor. Ekkor készült el és jutott fel a világűrbe, a ma már megérdemelten világhírű Pille kompakt termolumineszcensz dózismérő, amelynek első példányával Farkas Bertalan végzett kísérleti méréseket. Ezt követően mind a Szovjetunió űrállomásainak, mind az Egyesült Államok űrrepüléseinek gyakran használt műszere volt az elmúlt évtizedek során. E műszernek három példánya ma is szolgál a Nemzetközi Űrállomáson, s minden bizonnyal ott lesz az űrhajón, amelyen az ember majd a Marsra utazik. A Pille megjelenéséig és széleskörű alkalmazásáig az űrhajósok, az űrrepülésre magukkal vitt, s az űrhajósokat ért sugárzásgyűjtő anyagot a repülés után, a Földön értékelhették ki, vagyis utólag tudták meg, hogy mennyi sugárzás érte az űrhajósokat. A Pille megjelenésével viszont lehetővé vált, hogy naponta, akár több alkalommal is, megmérjék az aktuális sugárzás erősségét. [7]

Meg kell emlékezni a Magyar Meteorológiai Szolgálat tevékenységéért, az Interszputnyik Űrtávközlési szervezetről is, amely magyar űrtávközlési állomásaként, Penc mellett felépült, s a magyar Kozmikus Geodéziai Observatóriumként működik ma is. Ezen intézményben a munkákat 1977-ben kezdték meg, és azóta is folyamatos a tevékenysége.

## MAGYAR TUDOMÁNYOS KUTATÁSI PROGRAMOK

A magyar űrhajós tudományos programja keretében, az alábbi tudományos programpontok világűrben való kipróbálására került sor:

1. A „Dóza-Pille, Integrál” programot a Központi Fizikai Kutató Intézet készítette. A berendezés egy kisméretű, hordozható termolumineszcens dózismérő, az űrhajósokat érő sugárzás fedélzeti mérésére szolgáló berendezés volt.

2. Az „Interferon” program, amelyet az MTA Mikrobiológiai Kutatócsoportja készített elő. A fedélzeti kísérleti berendezés segítségével a súlytalanság állapotában az interferon-képződést tanulmányozhatták az űrhajósok, illetve a tudományos kísérletet előkészítő tudósok. A kísérlet lehetőséget biztosított annak tanulmányozására, hogy az interferonra az űrben, emberi fehérvérsejt-kultúrában milyen hatással vannak az űr körülményei (pl. az űrrepülés törvényszerű velejárója, a súlytalanság). Lehetőség kínálkozott arra is, hogy megfigyeljék, hogyan szaporodik az interferon a világűrben, a súlytalanság viszonyai között.

3. A „Munkavégző-képesség” címet viselő program, amelynek keretében a Repülőorvosi Vizsgáló és Kutatóintézet (ROVKI) és a Medicor közös fejlesztésű Balaton névre keresztelt, fedélzeti műszere segítségével, az űrhajósok szellemi munkavégző-képességét vizsgálhatták.

A berendezés segítségével megállapítható, hogy az űrhajósok információfeldolgozó-képessége, és bennük az emocionális feszültség szintje milyen, s az mennyiben befolyásolhatja munkavégző-képességüket. Ennek megállapítására a reakcióidő, a pulzusszám, valamint a bőrellenállás mutatóinak változása alapján vizsgálható az űrhajósok ilyen jellegű állapota mind nyugodt körülmények, mind időkényszer és hangzavarás körülményei között.

4. „*Kérdőív*” néven a ROVKI állította össze azon kérdéseket, amelyekre adandó válasz segítségével egy skálán megjelenő önértékeléses pontozás, az élet szabályozottsága, a személyiség érdeklődési köre, irányultsága, társas viszonyulása, élményfeldolgozása értékelhető. Továbbá a kérdésekre adott válaszokból fontos következtetések vonhatók le az étvágyra, étkezésre, alvásra, a különféle jelenségek érzékelésére, az aktivitásra, a környezeti változásokra, a szabadidőre és a fedélzeti gyógyszertár használatára vonatkozóan.

5. A „*Diagnoszt*” elnevezésű berendezést ugyancsak a ROVKI és a Medicor szakemberei állították össze. E berendezés egy táskába sűrített vizsgáló berendezések összessége, amelynek segítségével a felszállás előtt, az űrrepülőtéren, valamint a földet érés után a helyszínen alkalmazható az audiométer, reflexidő-, vérnyomás-, pulzus-, hőmérséklet-, légzésfunkció-mérésre, továbbá EKG, EOG és EEG mérési adatok rögzítésére.

6. Az „*Anyagcsere*” programot a ROVKI, az ATOMKI, a SOTE és a Sugárbiológiai Intézet munkatársai állították össze. E program segítségével elvégezhetők az űrhajósok a zsírháztartás, szövet-, vizelet- és vér vizsgálatát. E berendezés segítségével elvégezhetők a K- (kálium-), Na- (nátrium-) és Mg- (magnézium-) vizsgálatokat és megállapíthatók a sugárterhelést vizeletvizsgálat útján, elvégezhetők a hormonok, a só- és vízháztartás vizsgálatát.

7. A „*Vendégcsomag*” programot az MN Élelmezési Szolgálat készítette elő. E program azt a célt szolgálta, hogy magyaros ételeket juttassunk a világűrbe, és kipróbáljuk, mennyire ízlik az a nem magyar ízekhez szokott űrhajósoknak. A program előkészítése során számos problémát kellett megoldani a szakembereknek. Sajátos konzervipari technológiát kellett kidolgozni, mikrobiológiai sterilizálási technológiát kellett alkalmazni a sült vagdalt hús, sült csirke aszpicban, sült kolbász aszpicban, rakott-káposzta, füstölt marhanyelv aszpicban, babsaláta virslivel, sonka pástétom, libapástétom és aromás, alkoholos pektin tubusban nevű ételek tartósítására.

8. Az „*Anyagtechnológia*” programot az MTA KFKI készítette elő és azt a célt szolgálta, hogy kvarcbeütés acélhenger-tokban, a fedélzeten lévő „Krisztal” kemencében fémolvasztást végezzenek.

9. Az „*Ötvös*” program alkotói a Műszaki Fizikai Kutató Intézet kutatói voltak. A kísérlettel Gallium–Arzén (Ga-As), Indium–Arzén (In-As) kristályszerkezetek kialakulásának vizsgálatát végezheték el.

10. A „*BeaLuca*” kísérletet a Vasipari Kutató Intézet munkatársai készítették elő. Célja az volt, hogy meghatározzák a különféle fajsúlyú fémek (alumínium és réz, Al-Cu) keveredését különféle hevítési, és természetesen a súlytalanság körülményei között.

11. „*Erőforrás*” megnevezéssel az MTA Geodéziai Szolgálat, a Mezőgazdasági és Élelmezési Minisztérium, az Országos Vízügyi Hivatal és az MN Térképészeti Intézet munkatársai állítottak össze programot. E szerint a fedélzeten elhelyezett MKF kamera segítségével hatszornás felvételeket kellett készíteni 300 km magasságból, egy An-30-as repülőgép segítségével 7 km-ről, 1 km-ről és a felszínen kellett elvégezni különféle növényzeti, talajvíz, ásványi kincsek kutatását, geológiai vizsgálatokat a Balaton, Tisza-Kisköre, Duna-völgy vizsgálatok elvégzése céljából.

12. A „*Bioszféra*” programot a Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, a Földmérési Intézet és a Központi Geodéziai Observatórium munkatársai készítették elő. A program szerint kézi kamerás felvételeket kellett készíteni tetszés szerinti területről, vulkánokról,

viharokról, ciklonokról, különféle természeti jelenségekről, geológiai törésvonalokról, óceánokról, partszakaszokról, planktonokról, időjárás frontokról stb., amelyek az értékelés alapján alkalmasak lehetnek a kitűzött cél érdekében végzendő további kutatáshoz.

13. Részvétel az „*Interkozmosz*” megnevezésű programban, amelyet a közös űrrepülésben résztvevő első három állam, Csehszlovákia, Lengyelország és az NDK kutatói állítottak össze. Célja: a vér oxigéntelítettsége mérése, hő- és ízérzékelés, hallás és időérzékelés vizsgálatát lehetett vizsgálni – amint a fentiekben már érzékeltettük – a súlytalanság állapotában. [8, 9]

Az elkészített tudományos program számos intézet munkájaként jelent meg, s az űrhajós-jelöltjeink elégedetten fogadták nem csak azért, mert a kísérletek száma megnégyszereződött, de azért is, mert a repülés során tartalmas, mondhatni izgalmas kísérletekre kerülhetett sor. Érthető hát, hogy lelkesen készültek azok végrehajtására.

## MAGYAR ŰRHAJÓS A VILÁGŰRBEN

1976 júliusától megkezdődött az első magyar űrhajós felkészítése egy mintegy 8 napos űrutazásra. Az első ezzel kapcsolatos bejelentésre 1976. július 14-én de. 10.00-kor került sor, mikor is Alekszandrov akadémikus, a Szovjet Tudományos Akadémia elnöke bejelentette a Következőket: „*A szovjet kormány meghívja a szocialista országok kormányait, hogy a jövőben űrhajósokkal is vegyenek részt a világűrbékés célú kutatásában.*” A bejelentést megdöbbenéssel fogadták a küldöttségek tagjai. Váratlanul érte őket a bejelentés, de nagy-nagy örömmel fogadták. A magyar delegáció tagjaként jelen volt e sorok írója, aki máig érzi, nagy megtiszteltetés, hogy e bővített mondat bejelentésnél jelen lehetett. A bejelentést követően előadást tartott Borisz Petrov akadémikus, elnökhelyettes, a Szovjet Interkozmosz Tanács elnöke, Satalov űrhajós altábornagy, a szovjet légierő parancsnokának űrhajós helyettese, valamint Beregovoj űrhajós altábornagy, a Csillagvárosi Kiképző Központ parancsnoka.

Megemlítem itt Petrov akadémikus előadásából a következőket: „*A kiképzére Csillagvárosban kerül sor. A kiképzés befejezéseként a jelöltek vizsgát tesznek. Annak eredményéről az Interkozmosz Tanács elnöke táviratban értesíti az illetékes ország vezetőit. Ha az egyik jelölt jobban vizsgázik, mint a másik, kérni fogják, hogy lehetőleg a jobbikat jelöljék, mert a tudásszint is biztonsági kérdés. Ha mindkettő egyformán végez, akkor kérni fogják, hogy jelöljék ki az illetékes ország vezetői, hogy ki fog repülni és ki lesz a tartalék.*” Ezt azért tartottam fontosnak, mert még ma is vannak olyan hírek a köztudatban, hogy a szovjetek jelölték ki, hogy ki repül. Ez mind merő kitalálás. Ez az első konferencia óta élő terv volt, s később az események a második változat szerint történtek, a két magyar jelölt egyformán kitűnően vizsgázott, s a magyar kormány, elfogadva a Legfelsőbb Koordinációs Bizottság javaslatát, Farkas Bertalant jelölte az első magyar űrhajósnek, s Magyarai Bélát jelölte tartaléknak.

Most pedig térjünk vissza az értekezletre. Másodikként tartott előadást Satalov altábornagy. Az ő előadásából idézem a következőket. „*Célszerű az első űrhajóst a szuperszonikus repülőgép-vezetők közül kiválasztani, mert az őrájuk vonatkozó orvosi követelmények közel vannak az űrhajósokéhoz.*” Ezért választották minden országban, így Magyarországon is, a katonai repülőkhöz ki a jelölteket, s ezért lett minden ország első űrhajója katonai repülő.

A harmadik előadást Beregovoj altábornagy, a Kiképző Központ parancsnoka tartotta. Ő részletesen bemutatta a kiképzési szerteágazó és számos szakanyagot magába foglaló tervét, amely mintegy 1000 órát tartalmazott, s ebben 30 óra volt az űrdinamika óraszám. Ugyanennyi ma az egyetemeken az Űrdinamika tantárgy óraszám is, amely elegendő az űrbéli mozgások alapvető törvényszerűségeinek az elsajátítására. A tananyag lényegében az ókori, ún. peripatetikus dinamika naiv, a mozgásokról látottak alapján leírt, vagyis a megfigyelhető mozgások egyszerű leírása volt. Nem véletlen, hogy az egyik megfigyelt

mozgástörvényt úgy fogalmazták meg, hogy *a nehéznek lenni, a könnyűnek fenn a helye*. A másik, a kényszerített mozgás megfogalmazása pedig így hangzott: *A mozgáshoz mozgatóerő szükséges, ha van mozgatóerő, akkor van sebesség, ha mozgatóerő nincs, akkor a sebesség nulla*. Nem csoda, hogy így fogalmaztak, hiszen Arisztotelész korában még nem tudtak arról, hogy a Föld forog, s hogy kering a Nap körül, tehát csak azt fogalmazták meg, amit láttak. A látottak alapján a Föld volt a világ közepe, mozdulatlan és tányér alakú, amelyet hol egy elefánt, hol egy teknősbéka hátára képzeltek.

Beregovoj előadását követően Csillagvárosba látogattunk el, ahol betekintést nyerhettünk a gazdag kiképzési eszközállomány sokrétűségébe. Láttuk az akkor készülő svéd gyártmányú hatalmas és korszerű centrifuga leendő termét, és működés közben láttuk a kisebb, a gyakorlatban felhasznált centrifugát is. Ettől az időszaktól tehát, az Interkozmosz együttműködés új korszakába lépett. A volt szocialista országok tudományos programja mentén újabb, szorosabb tudományos együttműködés kezdődött, amikor a Szovjetunió megküldte az érintett országoknak az űrorvosi követelményeket, a tudományos programok elkészítésével kapcsolatos követelményeket. Ezzel a tagországok is jelentősen előreléptek, sőt Magyarország első űrhajósa 10 féle ételféleséget vitt magával, amely annyira megnyerte az alaplegénység tagjainak is a tetszését, hogy a Kubászov—Farkas páros látogatása után kéthétrel, az alaplegénység tagjai még kértek a magyar ételekből.

Farkas Bertalannak a világűrben, a Szaljut—6-on töltött hét napjával, Magyarország, az Interkozmosz programban, amint arról korábban már szó volt, belépett azon országok sorába, akinek űrhajósa megjárta a világűrt.

A tudományos program mellett, az első magyar űrhajós számos történelmi emléket is magával vitt a világűrbe. Többek között:

- a Vénusz átvonulásának megfigyeléséről készült anyag négy oldalát. A megfigyelés 1769-ben történt; [1]
- az első aktív holdmérésről készült anyag három oldalát; A Holdnak a Földtől való távolságát radarral először Bay Zoltán vezette magyar kutatócsoport, 1946 elején mérte meg; [2]
- az első, 200 éve készült időjárás feljegyzéseket, az OMSZ Könyvtárából; [3]
- „Fonó Albert, a sugárhajtás-koncepció magyar úttörője” c. kiadvány három oldalát; és másokat. [4]

## **A MAGYAR ŰRKUTATÁSI TEVÉKENYSÉG FELLENDÜLÉSE**

Jelentős szerepet játszott az első magyar űrhajós repülése abból a szempontból is, hogy a közös űrrepülés ténye az űrkutatás fontosságára irányította a figyelmet. Felpezsdült az élet e tudományterületeken, s egyre több kutatóintézet figyelme fordult a világűr felé. Amikor a közös űrrepülés előkészítése elkezdődött, a kutatóintézetek száma nem érte el a tízet sem, de a közös űrrepülésnek köszönhetően ezek száma, a közös űrrepülés időpontja előtt alig 5-6 lehetett, azóta már több mint 50 kutatóhelyen folyik az űrrepüléssel, űrkutatással kapcsolatos kutatómunka. Nyugodtan állíthatjuk, hogy ma már a világűr egyre inkább kutató terület a magyar tudományos életnek, s a berendezések ipari gyártása is egyre bővülő területként van jelen Magyarországon. [6] [8] [9]

A kutatóhelyek számának növekedése a jövőben várhatóan a mérnöki képzéssel rendelkező szakemberek iránti kereslet növekedésével fog járni. Ezért indult egyéni kezdeményezésre az Űrdinamika tantárgy oktatása 1992 őszén, s amíg én oktattam a 23. év végéig, a BME-n mintegy 5140 hallgató vette fel az Űrdinamika tantárgyat, s szerezte meg azokat az alapokat, amelyek ebben az iparágban alapkövetelményként jelentkeznek. Olyan követelmény ez, mint a repülőknél az aerodinamika ismeretének szükségessége a légkörben való repüléshez. A tantárgyat hallgatók megismerik a világűrben, a súlytalanság viszonyai közötti repülés törvényszerűségeit, s alapismereteket szereznek a Naprendszerben való

repülésről. Az űrdinamikát elvégző hallgatók, a mérnöki képzés megszerzése után sokkal fogékonyabbak lesznek a világűr viszonyai között alkalmazott műszerek tervezése működtetése terén is. [14]

Az 1970-es 80-as években mintegy 25, 1981–1995 között további 28 magyar tervezésű és építésű, műszer került ki a világűrbe. Ma már a világűrben járt műszerek száma meghaladja a százat. Ami nagyon fontos, és a mi különösen magas rangot ad a magyar fejlesztésű és gyártású műszereknek, az a megbízhatóságuk. Elmondhatjuk, hogy eddig minden magyar tervezésű és építésű műszer teljes mértékben megfelelt a követelményeknek, és tervezett szolgálati idejük végéig, sőt azon túl is maximálisan teljesítették feladatukat. Elmondhatjuk, hogy a világűrt járt magyar műszerek megteremtették a magyar űripari termékek iránti elismertséget és bizalmat.

Hazánkban, az 1980-as évektől nagyon komoly műszerfejlesztések indultak, megjelent az űranyag-tudományi, valamint az űréletteni berendezések fejlesztése, s e területeken Magyarország rövidesen a világszínvonal élvonalába került. [8] E szakterületek mindegyike számos egyéb szakterülettel van kapcsolatban, s ez jelentős tudományterületek fejlődését indította el az új irányba, a világűr felé. A világűr ma már olyan térségnek számít, amely egyre nagyobb mértékben szolgálja az emberiséget. Ma már a világűr nyújtotta szolgáltatások, egyre több szakterületen nélkülözhetetlenek, s akkor tudnánk igazán e szolgáltatásokat értékelni, ha valamilyen probléma miatt, azok hirtelen megszűnnének. S ha előre tekintünk, egyre élesebben kirajzolódik Almár Iván és Galántai Zoltán könyve címében megfogalmazott igazság: „*Ha jövő, akkor világűr*” [13]

A közös űrrepülés, az első magyar űrhajós nyolcnapos űrutazása jelentős változásokat eredményezett. A magyar nép figyelme a világűr felé fordult, s a tudomány emberei is egyre többen értették meg, hogy a világűr felé fordulás a kor követelménye. A Halley-üstökös tanulmányozása során mi a Vega-1 és a Vega-2 szondák felszerelésébe tartozó elektronikai eszközöket gyártottuk, amelyek biztosították a szondáknak az üstökösre való rávezetését, valamint a fedélzeti számítógépet, amely gyűjtötte az információkat, s azokat a Földre továbbította. A továbbiakban még a szovjetek által indított Interkozmosz műholdakon is voltak magyar műszerek.

Majd jött a rendszerváltás, 1992-ben megalakult az Űrkutatási Iroda, amely a világ összes jelentős űrtevékenységet folytató szervezetével felvette a kapcsolatot, s csatlakozási szándékát jelezte az Európai Űrügynökség felé is. Jellemző, hogy ezzel a szervezettel hamarosan, mintegy 100 szerződést kötöttünk, és egészen a Rosetta-programig terjedően, szállítottunk fedélzeti főleg elektronikai eszközöket. [10] [11] [12]

Az űrkutatásban egyre több, ún. kis ország kapcsolódott be, s ma már mintegy 70 ország foglalkozik az űrkutatás során alkalmazható műszerek előállításával. Ezen kívül még egy érdekességre kell felhívni a figyelmet. Napjainkban megjelent a magántőke is az űrkutatási feladatok megoldása terén, s már egy magáncég termékeként az első űrhajó is elindult a Nemzetközi Űrállomásra. Ha magántőke jelentősebb szerepre tesz szert az űriparban is, ez az egész űripar vonatkozásában jelentős fejlődést eredményezhet. [5]

A magyar kutatóintézetekben is, a kutatók egyre nagyobb számában fordultak a világűr felé. Napjainkban a magyar szervek és intézmények három szakterületen folytatnak az űrkutatással kapcsolatos tevékenységet. Ezek a szakterületek: az űrtudomány, az űralkalmazások és az űrtechnológia területei. Ezen meghatározások szerinti szakterületeken az 2016-os helyzetet figyelembe véve, Magyarországon az alábbi szervezetek tartanak kapcsolatot a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Magyar Űrkutatási Irodájával: [7.]

1. Űrtudomány területén:

- 1.1. Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.;
- 1.2. Eötvös Loránd Tudományegyetem Űrkutatási Csoport;
- 1.3. MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont;

- 1.4. MTA CSFK Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Intézet;
  - 1.5. MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet;
  - 1.6. MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet;
  - 1.7. MTA Energiatudományi Kutatóközpont;
  - 1.8. MTA EK Űr-dozimetriai Csoport;
  - 1.9. MTA Számítástechnikai Kutatóintézet;
  - 1.10. MTA SZTAKI Elosztott Események Elemzése Kutatólaboratórium;
  - 1.11. MTA SZTAKI Rendszer és Irányításméleti Kutató Laboratórium;
  - 1.12. MTA Természettudományi Kutatóközpont;
  - 1.13. MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont;
  - 1.14. MTA Wigner Számítógépes Anyagtudományi Kutatócsoport;
  - 1.15. MTA Wigner Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály;
  - 1.16. Szegedi Tudományegyetem, Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék Nemlineáris Dinamikai és Kinetikai Csoport;
  - 1.17. Semmelweis Egyetem, Anatómiai, Szövet és Fejlődéstani Intézet;
  - 1.18. ThalesNano Zrt.;
2. Űralkalmazások területén:
- 2.1. Földmérési és távérzékelési Intézet (FŐMI);
  - 2.2. Országos Meteorológiai Szolgálat;
  - 2.3. COSIMA Kft.;
  - 2.4. Envirosense Hungary Kft.;
  - 2.5. Airbus DS Geo Hungary Kft.;
  - 2.6. GeoIQ Térinformatikai Kft.;
  - 2.7. Interspect Kft.;
3. Űrtechnológia területén:
- 3.1. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, (BME);
  - 3.2. BME Egyesült Innovációs és Tudásközpont;
  - 3.3. BME Építőmérnöki Kar, Általános és Felsőgeodéziai Tanszék;
  - 3.4. Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék;???
  - 3.5. BME Gépészmérnöki Kar, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék;
  - 3.6. BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék;
  - 3.7. BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék;
  - 3.8. BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar;
  - 3.9. BME VIK, Távközlési és Médiainformaticai Tanszék;
  - 3.10. BME VIK, Elektronikai Technológia Tanszék;
  - 3.11. BME VIK Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék;
  - 3.12. BME VIK Méréstechnikai és Információs Rendszerek Tanszék;
  - 3.13. BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék;
  - 3.14. BME Elektronikus Eszközök Tanszéke;
  - 3.15. Aedus Space Kft.;
  - 3.16. Admatis Kft.;
  - 3.17. Aluinvent Zrt.;
  - 3.18. BHE Bonn Hungary Kft.;
  - 3.19. BL Electronics Kft.;
  - 3.20. C3SElektronikai Fejlesztő Kft.;



- 3.21. CAD-Terv Mérnöki Kft.;
- 3.22. DINAS Mérnökiroda Kft.;
- 3.23. Euroszer-96 Kft.;
- 3.24. Goodwill-Trade Kft.;
- 3.25. Gravitás 2000 Kft.;
- 3.26. HEPENIX Műszaki Szolgáltató Kft.;
- 3.27. Izotóp Intézet Kft.;
- 3.28. Julius-Globe Kft.;
- 3.29. MATMOD Kft.;
- 3.30. Optimal Optik Kft.;
- 3.31. SSGF Technológiai Fejlesztő Kft.;

Ez már több mint 50 olyan szervezetet jelent, amely valamilyen formában kapcsolódik a világűr kutatásához. [7.]

Itt kell megemlíteni, hogy 2010. február 3-án, egy Progressz-M teherűrhajóval a Nemzetközi Űrállomásra juttatták a FOCUS (Foam Casting and Utilization in Space) csomagot, amely tartalmazta a Miskolcon működő Admatis Kft. által készített habosítási kísérletet. A kísérletet a világűrben Jeffrey Williams végezte, s az teljes sikerrel zárult. Ez volt a második magyar kísérlet a világűrben, amely anyagtudományi témakörben készült. Az elsőt Farkas Bertalan végezte még 1980-ban. A FOCUS kísérlet célja volt a habcellás anyagok földi gyártásának az előkészítése és magyarországi gyártása. [10.]

Ugyancsak fontos szerepet kap a Nemzetközi Űrállomáson az 1910. május 1-jén a Progressz M05M űrhajóval a fedélzetre juttatott dozimetriai eszközök segítségével végrehajtandó program, amely az űrhajósokat ért sugárzás mértékét határozza meg. Az AEKI (volt KFKI) által készített eszközök, köztük a Pille, fontos szerepet kap. E kísérletsorozatra az orosz Orvos-biológiai Intézet felkérésére kerül sor és annak eredményes végrehajtását követően, teljesen tiszta képet kapnak az űrhajósokat ért sugárzás vonatkozásában. [8.]

Indiával is fontos szerződés megkötésére került sor a közelmúltban. Egy indiai űrobjektum központi számítógépe a BHE Bonn Hungary Kft. üzemében készült és a Mars körül keringő űrobjektum fedélzetén gyűjti az adatokat, és a Földre továbbítja azokat. A számítógép immár két éve, minden probléma nélkül teljesíti feladatát.

## NEMZETKÖZI ELŐRELÉPÉS

A rendszerváltást követően a magyar űrkutatás kereste és amint a példák is mutatják, megtalálta a kapcsolatot szinte a világ összes olyan kutatóintézetével, intézményeivel, mint a NASA, ESA, az orosz, a japán, a kínai, indiai és más világcégekkel is gyümölcsöző kapcsolatot épített ki. Magyarország eredményesen fejleszti kapcsolatát az Európai Űrügynökséggel (ESA), s ennek során, a Magyar Kormány döntése értelmében, Magyarország immár tagként, 2015. február 24-én csatlakozott az Európai Űrügynökséghez. Ennek jelentőségét nehéz lenne túlbecsülni. Ezzel a lépéssel jelentősen bővült az ipari megrendelések további lehetőségeinek a bővítése. Idézzünk itt Dr. Seszták Miklós, nemzeti fejlesztési miniszter bevezetőjéből: „*A megállapodás aláírása minden korábbinál fontosabb mérföldkő a szakterület életében. Az Európai Űrügynökséghez (ESA) való magyar csatlakozás alapjaiban fogja kibővíteni a hazai űrkutatási és űripari szektor lehetőségeit.*” [6.]

Ugyancsak figyelemre méltó megjegyzést tett Jean-Jacques Dordain, az Európai űrügynökség főigazgatója, amikor a következőket mondta: „*Az ESA és Magyarország együttműködése nagy múltra tekint vissza, egészen az ESA és Magyarország közötti első Együttműködési Megállapodás aláírásáig, amire 1991-ben került sor. Magyarország sikerrel vett részt az ESA számos programjában, elsősorban az űrtudomány, a földmegfigyelés, az űrtechnológia, valamint az oktatás területén. Mindezen eredmények és az ESA programjában*

való részvétel döntő többségét Magyarország a 2003-ban aláírt Egyezmény keretén belül fejtette ki. Több mint 100 szerződés jött létre különböző magyar intézményekkel. Ezen projektek közül is kiemelkedő volt Magyarország hozzájárulása a Rosetta űrszonda programjához. Hogy e programmal kapcsolatosan csak néhány magyar terméket említsek: ilyen volt a leszállóegység tápellátó rendszere, a plazmadetektor, a pordetektor, valamint a központi vezérlő és adatgyűjtő fedélzeti számítógép.” [6.]

Tudni kell, hogy a tagsági díj 90%-át a tagországok ipari megrendelések formájában visszakaphatják, ami Magyarország esetében is rendkívüli módon segíteni fogja az űripar fejlesztését, s ez hatással lesz, értelemszerűen az oktatásra is. A szerződés aláírása tehát mérföldkő, olyan lehetőség, amelynek révén a magyar űripari cégek és az űripari kutatással foglalkozó tudományos műhelyek előtt megnyílnak a nemzetközi kapcsolatok, óriási lehetőségek nyílnak meg a fejlődő magyar űripar előtt, s ezzel, bekerülhetünk az űripar nemzetközi vérkeringésébe.

## BEFEJEZÉS

Farkas Bertalan volt a világon a 94., s az Interkozmosz programban az 5. űrhajós. Ennek az űrutazásnak az volt az egyik fontos hatása, hogy az ország figyelmét a világűr felé fordította. Ennek volt köszönhető, hogy az akkor 5-6 kutatóhelyhez egyre többen csatlakoztak, s ma már, az ESA szerint, mintegy 40 kutatóintézet, sőt már kisebb gyárak is megjelentek. Nem véletlen, hogy 2017. február 28-án, az ESA főigazgatója látogatott Magyarországra, hogy találkozzon a magyar űripar képviselőivel. A találkozón, a főigazgató előadást tartott, s felsorolt számos területet, ahová várják a magyar űripar pályázati jelentkezését. Elindultunk tehát azon az úton, amely nagy lehetőségekkel kecsegtet, csak támogatni kell az űripart, mert ma ez a szakterület, minden országban húzó iparágga nőtte ki magát. Fontosságának felismerése és megfelelő támogatás esetén nálunk is húzó iparág lehet.

Saját számításommal hasonlítottam össze az autóiipari és az űripari termékek árait, s azt állapítottam meg, hogy míg az autóiiparban 1 kg termékre maximum 8-10 ezer Forint jut, addig az űriparban ennek a 2-3 ezerszerese is juthat. Ezt a roppant nagy lehetőséget tartogat, tehát a magyar űrtermékeket gyártó cégeknek ezt maximálisan ki kell használni.

A cikksorozat ezzel a résszel véget ért, bízom abban, hogy egyre több olvasó figyelmét sikerül felkelteni az űrdinamika és az űrkutatás kérdései iránt.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *A Vénusz—átvonulás magyar megfigyelése (1769)*. Kézirat a Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének Könyvtárából.
- [2] *Az első aktív űrkutatási kísérlet Magyarországon (1946)*. Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének Központi Asztronautikai Szakosztály kiadványa.
- [3] *Az első magyar űrhajós útjának emlékére (1781)*. A 200 évvel korábbi időjárás-feljegyzések, az Országos Meteorológiai Szolgálat Könyvtárából.
- [4] *Fonó Albert, a sugárhajtás—konceptió magyar úttörője*. A METESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya kiadványa.
- [5] SIMONYI K.: *A fizika kultúrtörténete*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1978.
- [6] *Űrtechnológia, a legmagasabb mérce. Magyarország csatlakozik az Európai Űrügynökséghez*. Az Űrkutatási Iroda Kiadványa, Budapest, 2015. 02. 24.
- [7] *Magyar űrkatalógus 2016*. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium támogatásával, a Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat kiadványa, Budapest, 2016.

- [8] *Magyar űrkutatás—1998*. A Magyar Űrkutatási Iroda kiadványa, Budapest, 1999.
- [9] *Űrtevékenység Magyarországon—2003*. A Magyar Űrkutatási Iroda kiadványa, Budapest, 2004.
- [10] FREY S. (szerk.): *Űrtan, Évkönyv—2010-2011*. A Magyar Asztronautikai Társaság kiadványa, Budapest, 2012.
- [11] FREY S. (szerk.): *Űrtan, Évkönyv—2012*. A Magyar Asztronautikai Társaság kiadványa, 2013.
- [12] HORVÁTH A.—SZABÓ A.: „*Űrhajózás-űrkutatás*” Közlekedési Múzeum kiadványa, Budapest, 1991.
- [13] ALMÁR I.—GALÁNTAI Z.: „*Ha jövő, akkor világűr*”, TYPOTEX-kiadó, 2007.
- [14] SZABÓ J.: *Az ember és a világűr. Az űrrepülés elmélete és gyakorlata*. Bővített előadásvázlat. A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem kiadványa, Budapest, 2010.