

Az űrtevékenység helyzete és trendje napjainkban

(1. rész)

FERENCZ CSABA

*Eötvös Lóránd Tudományegyetem
csaba@sas.elte.hu*

Kulcsszavak: űrkutatás, jövőkutatás, világűr és társadalom, űrhírközlés, globális helymeghatározás, távérzékelés, űrparancsnokság

Mintegy évtizedenként érdemes áttekinteni az űrtevékenység helyzetét és várható irányait, a meghatározónak tűnő trendeket. Ebben a tanulmányban – amely negyedik a sorban – ezt kísérem meg, felmérve a terület aktuális nemzetközi helyzetét és várható változásait, valamint röviden áttekintve annak hazai alakulását. Az űrtevékenység mai és jövőbeni fontosságát jól meg tudjuk érteni, ha elgondoljuk csak egyetlen napunkat az életünket folyamatosan kiszolgáló űrrendszerek és az űrtevékenység termékei nélkül; ahogyan azt az Európai Űrügynökség (European Space Agency, azaz ESA), valamint az űrkutatás legrégebbi nemzetközi szervezete, a COSPAR megfogalmazta: „One day without space” – „Egy nap űrtevékenység nélkül”. Civilizációnk kiküszöbölhetetlenül függ az űrtevékenységtől, az már létének előfeltétele.

Mottó: „Törvény az, ami alól nincs kivétel.”
(Isaac Newton)

1. Az űrtevékenység társadalmi szerepe, beágyazottsága

Az űrtevékenység még rohanó korunkban is gyorsan változó terület, ezért körülbelül évtizedenként célszerű is, indokolt is áttekinteni az űrtevékenység helyzetét, úgymond helyzetképet rajzolni, s felmérni a közeli jövő várható változási irányait. Az pedig kifejezetten tanulságos, ha a mostani helyzetet a korábbi helyzetképekben felvázolt trendekkel hasonlítjuk össze, hisz így kirajzolódnak a helyes előrejelzések is, a trendek módosulásai is, azok okaival együtt, s a tévedések is. Eddig három helyzetkép készült [1-3], s említésre érdemes, hogy az a fő folyamat, amit ezek jeleztek, nevezetesen az, hogy az űrtevékenység egy teljesen új és különösnek tűnő kutatásból és azonnali hasznosításból, alkalmazásból indult, majd az emberi civilizáció egy lényeges tevékenységévé vált, s azután a civilizáció meghatározó részévé alakult, alakul, helyes előrejelzés sorozat volt.

Mára az űrtevékenység az emberi civilizáció olyan integráns része, amellyel felhagyni nem lehet, amely meghatározza lehetőségeinket és biztosítja az emberiség létezését. Ezért a korábbi helyzetképek általános felépítési vázát módosítva most először az űrtevékenység társadalmi beágyazódottságával, nélkülözhetőségével, illetve nélkülözhetetlenségével foglalkozunk [4], s csak azután térünk át az űrkutatás és alkalmazásai, majd a magyar űrtevékenység helyzete és trendje vizsgálatára.

Most is, mint korábban is, csak egy-két szubjektív alapon fontosnak gondolt irodalmi hivatkozást adok meg. A helyzetkép és a következtetések pedig értelemszerűen az összeállító „szemével nézve” fogalmazódnak meg. De a tények tények, s így a következtetések sem nagyon tudnak elrugaszkodni a valóságtól, még akkor sem, ha szokatlanok tűnnek.

A korábbi helyzetképek [1-3] szerint az űrtevékenység (space activity) civilizációnkban az elmúlt néhány évtizedben kibontakozott fontos jelenség, amelynek a társadalmi szerepéről, hatásairól legújabbán konferenciákat is szerveznek. (Lásd például [4]-ben vagy [13]-ban.) Azonban nemcsak nálunk, ebben a sajátosan gyorsan leépülő, egyre inkább elmaradó és szétesett társadalomban, hanem a világ fejlett és gyorsan fejlődő részében is alapvető kérdések merülnek fel az űrtevékenységgel kapcsolatban. Az emberiség ugyanis nemcsak régebben fogta fel és fogadta el nehezen az újdonságot, a tudás adta eredményeket – gondoljunk csak arra, hogy a modern tudományt megalapozó, matematikai reformot bevezető tudós pápát, II. Szilvesztert Róma népe ördögösnek mondta és félt tőle a tudása miatt –, hanem ma is értetlenkedve nézi a létehez alapvetően fontos tudás elemeit (számítógépek, nukleáris technika, repülés, mobil telefonok átjátszó állomásai stb.) és fél ezektől, fél a használatuktól. Így az űrtevékenység is az alig értett vagy egyáltalán nem értett jelenségek közé tartozik. A felmerülő legalapvetőbb kérdések a következők:

- Az űrtevékenység a civilizációnk, a létezésünk fontos tényezője-e, vagy pedig egy állam katonai erejének a része, vagy valamely „sötét” („titkos”) hatalom egyik előtűnő jele?
- Az űrtevékenység a gazdag országok, gazdag nemzetek játéka, vagy sokkal több, a fontos társadalmi problémák megoldásának hatékony eszköze?
- Van-e jogunk a világűr kutatására, a világűrbe repülésre mielőtt végleg megoldottuk volna a szociális, környezeti stb. problémákat?
- Az űrtevékenység egy véletlen jelenség az életünkben vagy az emberi civilizáció szükségszerű következménye?

• Az ürtevékenység az emberiség jövőbeli túlélésének, megmaradásának az egyik kulcsa-e, vagy teljesen fölösleges?

E kérdések mind a társadalom úgymond köznapi szintjén egyszerű megfogalmazásokban, mind a magát értelmiségnek tartó részében kifinomultabb formában és érveléssel, mind a döntéshozói körökben (legtöbbször teljes tájékozatlansággal párosulva) felmerülnek és jellemzően objektív adatok vagy érdemi megfontolások nélküli, tudatlanságból, tájékozatlanságból fakadó, érzelmi alapú válaszok születnek. Az emberiség, a civilizációnk, egyéni életminőségünk nagy szerencséjére nem mindig.

Ahhoz, hogy a felvázolt kérdésekre megalapozott választ kapjunk, néhány érdemi lépést meg kell tennünk. A válaszok megtalálásához a következők áttekintésével juthatunk el:

- Az ürtevékenység megszületése
- Az ürtevékenység beszívargása a társadalomba:
 - a „hidegháború” alatt,
 - az új szolgáltatások megszületésével,
 - a Föld világűrből vizsgálatának elterjedésével
- Az ürtevékenység integrálódása a modern társadalomba
- Az űrutatás fő célja napjainkban

E lépések megtétele után már lehetőségünk lesz következtetéseket levonni és a társadalomban felmerült kérdéseket megválaszolni.

1.1 Az ürtevékenység megszületése

Amíg az ember embernek nevezhető, addig – amint azt a történelemből is tudjuk – az ismeretlen nemcsak veszedelem az ember számára, hanem hívás is. Meg kell ismerni, mert ismeretlen, s megismerve valamelyik gondunk megoldására is fel lehet használni. Az elektromosság, elektromágnesség megszületése során Faraday munkássága is alapvető volt. Ezzel kapcsolatban kérdezte meg tőle az akkori angol király – minthogy az állam finanszírozta a munkásságát és a kísérleteit –, hogy „mire jó mindez?”. Faraday válasza: „Felség! Mire jó egy újszülött?” Akkor, a XIX. század második felében ez a válasz az uralkodót, a kormányzó hatalmat, a döntéshozót teljesen kielégítette. Így Maxwell e mérések alapján felírhatta az egyenleteit...

Ennek köszönhetően ma egész civilizációnk az elektromos, az elektromágneses energia hasznosítására épül, s ez a tény alapvető abban, hogy az emberiség ma mintegy 6,5 milliárdos létszámban élni tud a Földön és nem pusztult ki már részben vagy egészben, s van reményünk a jövőre nézve is.

Vagyis működő, élő civilizációban a fontos, új tevékenységi és ismereti területek megszületése folyamatos. Ennek része volt az is, hogy megszületett az ürtevékenység. E folyamat fő fázisai a következők:

- Az idea, az ötlet megszületése.

- A rakéták, a rádiózás, a számítógépek és egyéb szükséges eszközök létrejötte.
- Az űrutatás és az űrtechnika alkalmazásainak megszületése.

1.1.1 Az idea, az ötlet megszületése

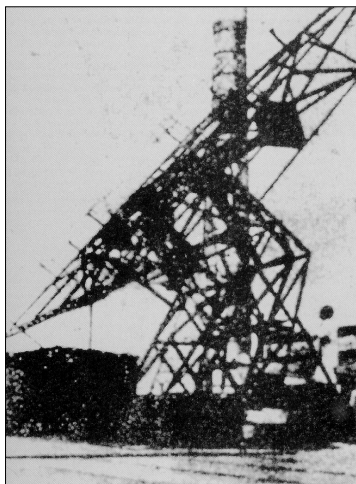
Az az ötlet, hogy érzük el az égitesteket – a Napot, a Holdat, a bolygókat, csillagokat – olyan öreg, mint maga az emberiség. Jóval az első fennmaradt feljegyzések megszületése előttől, a Kőkorszakból már biztosan fennmaradtak Hold-naptárak, a Hold mozgását (Telehold, Újhold stb.) jelző eszközök [5], sőt sokkal bonyolultabb, igen magas szintű tudást igazoló építmények [6] is. Ebbe az időbeli mélységbe nyúlunk vissza az emberiség érdeklődése a környező világűr, a csillagos égbolt jelenségei iránt. Ez a tudás a csillagászat, az időmérés és az űrutatás-űrrepülés gyökérezete. Azonban, szemben a csillagászattal és az időméréssel, az emberiségnek a jelenkorig eltelt évezredek alatt nem volt eszköze az űrutatás, űrrepülés megvalósításához. De az ötlet, az idea aktív volt, élt, s ennek sok bizonyítéka maradt ránk. Gondoljunk csak Ikarosz legendájára, Roger Bacon előrejelzéseire így 800 év távlatából, vagy J. Verne, H.G. Wells és sokan mások műveire.

Az ötlet élt, csak ki kellett találni, hogyan valósíthatjuk meg.

1.1.2 A rakéták és más szükséges eszközök megszületése

Az űrbe kijutás „lova”, járműve a rakéta. A rakétát régóta ismerjük tüzijátékként, s a mongolok sok évszázaddal ezelőtt már fegyverként is használták csakúgy, mint a fejlett európai hadseregek a mai rakétasorozatvetők előfutárát, a Congreve röppentyűket a XIX. században. A magyar hadiipar is gyártott és a Honvédség használta is a Congreve röppentyűket az 1848-49-es Szabadságharcban. De ezek kicsiny szerkezetek voltak, nem alkalmasak a világűrbe kijutásra.

A nagy rakéták, azaz a szállító rakéták ötlete Ciolkovszkij orosz tanár fejében született meg a XIX. században azzal, hogy a nagy szállító rakéta segítségével el lehetne érni egy Föld körüli pályát. Ott például űrállomást lehetne létesíteni és használni. A számításokkal is alátámasztott ötletet a XIX-XX. század fordulóján követték az első komoly rakéta fejlesztési kísérletek. Ezután, mint tudjuk, a II. Világháború alatt egyrészt megszületett az első nagy rakéta, amely hordozó-eszköznek is jó volt már, de hadi célra alkalmazták, az A4, azaz V2 Németországban; másrészt négy országban (Brit Birodalom, USA, Németország és Magyarország) kifejlesztették a radart, majd a háború után közvetlenül két ország (USA és Magyarország) sikeresen megradarozta a Holdat. Ennek kapcsán hazánk különleges, új vételi elvet alkalmazott, a korrelációs vételt (Bay Zoltán), ami ma a hírközlés és az ürtevékenység egyik kulcseleme. Ugyancsak köz-



A Bay Zoltán féle Hold-radar kísérlet antennája

vetlenül a háború után Neumann János az USA-ban létrehozta az első digitális, programozható számítógépet, így minden eszköz rendelkezésre állt az űrtevékenység megkezdéséhez.

Ezzel párhuzamosan az intenzív és folyamatos űrtevékenység, űrutazás ötlete az emberi társadalomban is széles körben megjelent, elterjedt és a társadalom remélte, hogy meg is valósítható. Ezt mutatta a modern tudományos-fantasztikus irodalom gyorsan növekvő, első hulláma, a sci-fi filmek, rádióműsorok, stb. széleskörű terjedése. Vagyis az űrtevékenység megszületésének megvolt a társadalmi háttere is.

1.1.3 Az űrkutatás és alkalmazásai megszületése

a) Az áttörés

Az alkalmat a társadalom által már elfogadott kezdesre a döntéshozók (a hatalom) és az úgynevezett tudós közvélemény által elfogadottan az 1956-57-re meghírdetett Nemzetközi Geofizikai Év hozta meg. (Sok mindennek kellett összeállni az államok működésében ahhoz, hogy ez megtörténjen. Az űrtevékenység nem kicsit hányatott történetét részletesebben például [7]-ben megtalálja az olvasó, itt nem részletezem. Csak a lényegi vonásokat emelem ki.) Ennek kapcsán az USA bejelentette, hogy műholdat fog felbocsájtani, s a Szovjetunió fel is bocsájtotta az emberiség első műholdját, a Szputnyik-1-et 1957. október 4-én. Ez társadalmilag igen szerencsés fejlemény volt. Ugyanis a Szputnyik-1 semmiféle tudományos mérést nem végzett, csak demonstrálta a hordozórakéta kapacitását, azaz képes egy atombombát a Föld bármely részére elszállítani. A Szputnyik-2 novemberben, miközben a fedélzetén Lajka kutya az utolsó élelmiszer adagjában a halálos mérget is megette, szintén tudományosan érdektelen volt, de megmutatta, hogy a szállítási kapacitás a H-bomba elvitelére is kiterjed.

A világ nyugati felén még október elején kitört a Szputnyik-sokk, a rémület. Az a három ember pedig, aki a világ azon felén valóban értett a rakétákhoz és az űrkutatáshoz egyszerre, Kármán Tódor, s az addig háziőrizetben tartott Oberth Hermann és Werner von Braun szabad kezet kapott, hogy ériék utol az „oroszkokat”, ugyanis a tervezett USA műhold (a Vanguard-1) hordozója mindig felrobbant start közben. De a Vanguard-1 sem volt tudományos műhold, hanem geodézia-alkalmazást(!) terveztek a segítségével, pontosan megmérni az európai és az amerikai kontinens távolságát, összekapcsolni a két rész térképeit a szükséges nagy pontossággal. Hiszen a tudós közösség, az „akadémiák” népe tudta mindenütt a világon, hogy a Földet ismerjük, nincs azon mit kutatni. A műholdak nem kutatásra, hanem legfeljebb hasznosításra kellene. Ez a megkapott „szabad kéz” azonban kutatást indított és átformálta a teljes világképünket.

b) A „nagy bumm” a Föld- és alaptudományokban

Három hónap intenzív munka után, amelyet von Braun vezetett, az USA-ban összeraktak egy hordozórakétát és elkészültek a Föld első kutató műholdjával. Ugyanis a szabad kezet kihasználva megkeresték az egyeteme-

ket, hogy lenne-e valakinek javaslata műholdon végzendő mérésre. Volt. Az egyik javaslatot Van Allen tette, hogy megmérnék egy GM-csővel a műhold pályája mentén a sugárzást, azaz a nagyenergiájú részecskék jelenlétét, ha vannak. Az Explorer-1, a Föld harmadik műholdja és egyben az első kutató műholdja, 1958. február 1-én startolt. A sugárzásmérője pedig olyasmit mért, amire nem számítottak azok, akik azt hitték, hogy ismerjük a Földet. Nagyenergiájú részecskékből álló, azaz „sugárzási” öveget talált a Föld körül. Ezeket – érthetően – Van Allen-öveknek nevezzük, s felfedezésük indította el azt a folyamatot, amelyben teljesen új kép bontakozott és bontakozik ki az életet hordozó bolygó, a Föld létezéséről, szerkezetéről, állapotáról, működéséről, arról, hogy miért és hogyan alkalmas a Föld az élet hordozására, s e képessége minek a következménye.

Már egy évvel később, a szovjet Luna és az amerikai Pioneer szondák mérései alapján kiderült, hogy a Föld térsége és a bolygóközi tér között határ húzódik, s a bolygóközi tér sem üres, hanem kitölti a napszél, a bolygóközi tér és a Nap pedig az itt zajló folyamatokon keresztül sokoldalúan kölcsönhat a Földdel, különösen a Föld felső légkörével, ahonnan a hatások azután egészen a bioszféráig és társadalmunkig terjednek. Teljesen új kép bontakozott és bontakozik ki arról, hogy hogyan is létezhet egy életet hordozó bolygó (a Föld) egy csillag (a Nap) szomszédságában, különösképpen hosszú időn, 4-4,5 milliárd éven át stabilan.

A műholdak lehetőséget adtak arra, hogy a csillagászati távcsöveinket is kivigyük a földi légkörből a világűrbe. Alapvetően ez az új lehetőség, a megszületett űrcsillagászat katalizálta, majd lehetővé tette a más csillagok körül létező bolygórendszerek, az úgynevezett exobolygók kutatását, megtudva, hogy Naprendszerünk nem tekinthető tipikusnak, mint korábban hittük, hanem legalábbis ritka, nem tipikus. Teljesen új kép bontakozott ki az életet, intelligens életet hordozó bolygó létezéséről egy csillag szomszédságában egy galaxisban, amelyikben ez lehetséges, mégpedig az intelligencia feltűnéséhez vélhetően szükséges hosszú időn át. Vagyis a teljes világképünk teljesen átforgalmódott és formálódik.

c) Az űrkutatás gyakorlati alkalmazásainak megszületése

A globális hírközlés már 1958-ban megkezdődött a SCORE rádiós műsorszóró műhold működésével, majd a Telstar-1 1962-ben megoldotta az első transzocéáni TV-átvitelt, a Syncom-1 – az első geoszinkron távközlési műhold – pedig az állandó összeköttetést az Atlanti óceánon át, s 1965-ben már megszületett az első „civil”, azaz kereskedelmi hírközlési műhold, az Intelsat-1A. Mára a globális hírközlés, amit csak műholdas rendszerekkel lehet biztosítani, a civilizáció működésének egyik alapja lett.

A globális és nagy pontosságú helymeghatározás (pontos navigáció és nagy pontosságú geodézia) nélkül a mai közlekedés, államigazgatás, mentés, honvédelem stb. már nem képes üzemelni. Az első rádiós geodéziai műhold a Föld negyedik műholdja, a Vanguard-1 volt 1958

áprilisában. Az első két rádiós navigációs műhold, a Transit-1B és a Courier-1B 1960-ban indult, s a mai GPS rendszer is megszületett az űrtevékenység első két évtizedének végére.

A Föld megfigyelése a katonai felderítő holdakkal kezdődött 1959-ben, a Discoverer-1 startjával, majd követte ezeket az első felhőrendszereket figyelő, meteorológiai műhold, a Tiros-1 1960-ban. Az űrhajósok is sok értékes észleléssel bővítették a földfigyelés mibenlétét. Mindezek eredményeként 1972-re elkészült az első, általános célú földfigyelő, azaz távérzékelő műhold, a Landsat-1 (ERTS-1).

Az űrtechnikai, űrtevékenységi alkalmazások gyors megjelenése kiterjedt az első űrbeli anyagtechnológiagyártási kísérletekre (1969-ben a Szojuz-4-en), a regionális biztonság garantálhatóságát akkor lehetővé tevő „nyitott égbolt” kísérletek és biztonsági rendszer megszületésére is. Eközben az űrtevékenység során született eredmények gyakorlati hasznosítása is elkezdődött mind az anyagtechnológiában, mind a gyógyszerek, mind a gyógyászati és diagnosztikai eljárások, mind a nagykapacitású, de miniatűr elektronikai eszközök területén.

Mindezek az alkalmazások, kiterjedt hasznosítások elsősorban többsége ráadásul jellemzően az űrkutatás-űrtevékenység megindulását (1957-58) követő első 5-10 éven belül született meg, az űrkutatás kibontakozásával párhuzamosan, azzal egyidőben. Ez más kutatási területekre nem jellemző, mert az általános modell szerint a K+F lánc az alapkutatással kezdődik, majd követi ezt az alkalmazott kutatás, a gyártmány- illetve technológiafejlesztés, s végül elérjük a tömeggyártást, a kiterjedt alkalmazást. Ezzel szemben az űrtevékenységben (lásd a folyamat egyes részeit [1-3]-ban) a szokványos fázisok nem különültek (és nem különülnek) el, hanem az alapkutatástól a kiterjedt illetve tömeges alkalmazásig terjedő lépések egyidejűleg, szinkronban megtörténtek, s az eredményeket, lehetőségeket felhasználó, szolgáltató űrrendszerek az adott terület még folyamatban lévő kutatásával egyidejűleg már megjelentek. Ezért K+F szempontból (is) az űrtevékenység (!) bizonyult a leghatékonyabbnak, feltéve, hogy e szempontot egyáltalán figyelembe akarjuk venni.

d) A társadalom értelmi és érzelmi reakciója

Az űrkutatás-űrtevékenységet-űrrepülést – melyről eleve tudnunk kell, hogy ez három különböző dolog; az űrkutatás az űrtevékenységnek csak egy része, s a kutatás egy kisebb része az ember űrrepülése, de mindegyik sarkalatosan fontos és nélkülözhetetlen – ugyanúgy, mint annak idején a repülést is, a kezdetektől fogva pártoló és ellenző társadalmi reakció, s annak részeként az ún. értelmiség pro és kontra érvelése kísérte. Mellette az új ismeretek szükségességével, vagyis a kutatás általános fontosságával és a kalandvágygal érveltek leginkább. Ellene az újtól való félelemmel (űrlények inváziója, elszabaduló robotok veszélye stb.), a feladatok megoldhatatlanságával, illetve az űrtevékenységre fordítandó pénzek értelmetlen kidobottságával érveltek. Illusztrációként példát is érdemes mutatni...

A II. Világháború befejezése után a Nyugati Szövetség (ma NATO) két fontos országa is foglalkozott a nagyrakéták építésének kérdésével, hiszen a V2 német nagyrakéta bevetett hadieszköz volt a háborúban. Azonban a megkérdőzött tudós közösségek (az akadémiák tudós bizottságai) kijelentették, hogy 200 tonnánál nagyobb rakéták építése elvi lehetetlenség, s így még Kármán Tódor sem kezdhetett bele nagyobb rakéta megépítésébe, nem is beszélve a háziórizetbe zárt Werner von Braunról és Oberth Hermannról. A szovjet diktatúra nem kérdezett semmit, hanem hordozóeszközt követelt, s így Koroljov elkezdhetette az első nagyrakéták megépítését, amelyek mai, fejlesztett változatait még mindig használjuk például Szojuz-Fregat-1B, illetve Szojuz-2 hordozórakétaként. A rakétafejlesztést akadályozó súlyos szakmai arrogancia és tudatlanság hatását csak a Szputnyik-sokk szüntette meg, a „bip-bip-bip...” a világűrből.

A másik kiragadott példa legyen Prof. A.W. Bickerton 1926-ban tudományosan bebizonyított tézise, mely szerint „az a bolondos ötlet, hogy a Holdra lőjünk, példája ama képtelenségeknek, amelybe a káros specializálódás ragadja a gondolatmentesen lezárt fülkékben dolgozó tudósokat” [8]. Az Apollo misszióval a hátunk mögött úgy tűnik, hogy e mérvadó tudós beszélt tudományosnak vélt szamárságot, s nem a számára és sok-sok társa számára felfoghatatlan utakon járó kevesek, mint az Apollo Hold-űrhajót hordozó Saturn-V rakétát megalkotó Werner von Braun. Pedig ez a szkepticizmus igen meggyőző alakokban tűnik fel, mint például Fritz Baadenál 1961-ben [9], aki azt írta: „Feladatunk nem az, hogy más bolygókat hódítsunk meg, hanem az, hogy a saját bolygónkon teremtsünk rendet. Igaz, hogy ez a legnagyobb feladat, amely valaha is két vagy három emberi generáció osztályrésze lett. Ha ezt megoldottuk – de csak ebben az esetben – lesz meg többé-kevésbé a szükséges erkölcsi bizonyítványunk, hogy valamilyen Földön kívüli égitesthez és esetleg a Holdunkhoz közeledjünk.”

A Szputnyik-sokk és a szovjet rendszer felsőbbbőségének hatalmi igazolási vágya egy időre e nézeteket a társadalom szélesebb rétegeiben és a szakmai ügyekben jellemzően tájékozatlan (dilettáns) döntéshozók körében hatástalanná tette, de a sok oldódásával (elsőként amerikai űrhajós lépett a Holdra) már megtette a hatását, például az Apollo-17 repülés után a döntéshozók pénzügyileg is értelmetlenül megszakították az Apollo repülések folytatását, s a mai napig nem jutottunk vissza a Holdra. De sok olyan példát is lehetne még sorolni, mint az úgynevezett „Grand Tour” és a Voyager-ek történetét [7]. A „pro és kontra” érvelés kísér bennünket azóta is.

Azonban a társadalomban e kettősség feltűnése mellett mégis a modern kozmológia alapjainak általános elfogadottsága jellemzővé vált, s ezt a Hold elérése, az 1969-es Holdra szállás alapvetően segítette. Érthető, hogy ezért napjainkban egyes szekták nézeteik hirdetésének megőrzése érdekében kétségbe akarják vonni a Holdra szállás tényét, kihasználva azt, hogy időben már oly távol vagyunk tőle, hogy senki sem emlékszik olyan, akkor köztudott tényekre [7], mint a zászlólobogató szerkezet kifejlesztésére...

Az űrtevékenység gyors és látványos megszületése a feltáruló tények és a világűr jobb megismerésén keresztül nemcsak a kozmológia alapjainak elfogadását katalizálta, hanem változást indított el mind a kozmológiában, mind pedig ebből fakadóan a filozófiában. Megszületett a GAIA modell [10], meg az Ember Elv (Anthropic Cosmological Principle) [11] stb. és a XVIII-XX. század anyagelvű világmagyarázata még azt a kevés talaját is elvesztette, amire hivatkozva hírdették.

Mindeközben az űrtevékenység, a műholdak, űrszondák és űrhajók indulása, az űrhajósok hazaérkezése oly köznapivá vált, hogy már nem jelentenek „hírt”, s csak valami egyéb rendkívüliséggel együtt kerülnek már be a tömegtájékoztatóba. Ennek azonban egyik következménye, hogy a társadalom széles rétegei, nagy tömegei nem realizálják az űrtevékenység céljait, mibenlétét, intenzitását és fontosságát sem.

e) A csillagokhoz

A társadalom a sci-fi irodalom és mozgókép alkotásokban találkozik és akar is találkozni (lásd az e tárgyú könyvek, filmek bevételi adatait) a csillagok közötti utazással, az erről szóló szórakoztató mesékkel. De ma ez a társadalomban itt be is fejeződik. Még kalandvagyból sem tartja a társadalom fontosnak vagy érdekesnek. Azt mondhatjuk, hogy a csillagok, a csillagközi kutatás és esetleges csillagközi repülés messze túl van az emberi társadalom mai horizontján.

Más oldalról közelítve a kérdéshez, a tudós közvélemény is alapvetően laikus e téren és jellemző a célt és az eszközöket tekintve is a szkepticizmus. Hasonlít a helyzet ez ügyben a nagyrakéták építési lehetőségeivel kapcsolatos, az akkori nyugati világban meghatározó, 1945-46-os, úgynevezett tudós nézetekhez. Eközben azonban a K+F munkában, a kutatásban mégis felmerülnek elvi és gyakorlati lehetőségek, mint például a napvitorlás, de csak igen csekély ráfordítási háttérrel. De a határok nagyon távolinak tűnnek, s az emberiség jövője így a meghozandó fontos döntésektől függ.

1.2 Az űrtevékenység beszivárgása a társadalomba (Ez a beszivárgás befejeződött.)

1.2.1 Első fázis: „Hidegháború” és katonai egyensúly

A beszivárgás megindítója valójában még az atombomba megszületése volt az űrtevékenység megszületése előtt. Ugyanis a II. Világháború után a NATO által körülzárt szovjet hatalom e körülzárt helyzetből csak A-bomba szállítására alkalmas nagyrakétákkal tudott kitörni. De ez egyben megnyitotta az utat a totális háborúhoz. Az űreszközök (a műholdak) pedig megnyitották az utat a totális felderítés előtt és a katonai egyensúly megbízható, globális ellenőrzéséhez. Ez az első fázis az ügyben, hogy az űrtevékenység nélkülözhetetlen tényezőként beszivárogjon a társadalom általános működésébe. Itt fontos tényeket kell kiemelni.

Az első ilyen a „kubai válság” 1962-ben, melyben kulcsfontosságú tényező volt az űrbeli felderítés. Ugyanis a felderítő műholdak, majd az ezt kiegészítő légifelderítés adatai alapján derült ki és sikerült az ENSZ-ben

is bemutatni, hogy a szovjetek nukleáris rakéták telepítésébe kezdtek Kubában. Ha ezeket sikerült volna titokban üzembe is helyezni, akkor az USA és ennek következtében a NATO is csak megadhatta volna magát, elfogadva a szovjet terjeszkedést. Ez azonban megghiúsult, s a válság legkritikusabb óráinak történései megmutatták, hogy egy globális pusztulással járó háború elkerülése érdekében közvetlen hírkapcsolatot kell létesíteni Washington és Moszkva között; a „Forró Drótot”, amiben viszont kulcsfontosságú szerepet kap a stabil globális hírközlés az óceánokon át. Ezt pedig kellő stabilitással csak műholdak segítségével lehetett megoldani.

A második tény: a Holdra szállás 1969-ben. Ha elképzelünk egy űrben valóban aktív civilizációt, amely tartósan és biztonságban szeretne létezni, élni a Földön, akkor nyilvánvaló, hogy a Hold kulcsfontosságú a Föld biztonsága, védelme vagy bármiféle ellenőrzése (a terrorizálást is beleértve) szempontjából. Vagyis a Hold „ellenőrzése” a Föld „ellenőrzésének” a kulcsa. (Hiszen a Földről egy Hold-bázist nem lehet gyorsan és észrevétlenül megtámadni, igen jó az elhárítás esélye, míg a Holdról a Föld olyan nagy sebességre gyorsuló eszközökkel támadható, ami alig hárítható el, mert – többek között – a Hold gravitációs tere kisebb, mint a Földé.) Ezért akkor teljes egyetértéssel megszülettek azok a nemzetközi egyezmények, amelyek szerint a Hold, s bármely más égitest nem vonható nemzeti fennhatóság vagy partikuláris szövetség (NATO, Varsói Szerződés stb.) fennhatósága alá. (Ez a kép mára újra bonyolultabb lett, ugyanis a tényleges jelenlét át tudja írni az egyezményeket.)

A harmadik tény a technológiában kiváltott (indukált) változások, mint például új anyagok, a miniaturizálás, új orvosi biológiai eljárások megjelenése és elterjedése a napi életben. Ide tartoznak a különleges műanyagok, a nagyszilárdságú fémszerkezetek, a piciny kalkulátorok, PC-k és laptop-ok, az új szívgyógyászati eljárások, a csontritkulás gyógykezelésének megindulása, az alapvetően új gyógyszerfejlesztési eljárások megszületése... Mindez alapvető átalakulást hozott mind a szolgáltató (pl. TV műsorszórás, távközlés) rendszerekben, mind a teljes földi infrastruktúrában (közlekedés, forgalom-irányítás, szórakoztató-ipar, világméretű cégek, bankhálózatok teljes szolgáltatással, honvédelem és felderítés, mentés és katasztrófavédelem). Elkezdődött a társadalom gyökeres átalakulása.

Az első fázis eredményeként végső soron 1970 körül és onnan kezdődően az űreszközök segítségével a globális biztonsági helyzet stabilizálódott és a kapcsolódó társadalmi folyamatok is megindultak.

1.2.2 Második fázis: a „világ-falu” megszületése

A megosztott, és információ-ellátottságában is szétvágott, s így egyben manipulálható földi társadalom a nukleáris eszközökkel már képes lehetett volna saját magát az egész glóbuszon elpusztítani, éppen a teljes információs manipulálhatósága miatt is. E hírbeli teljes szétvágottságot csak gyengén és elégtelenül tudta átöröngni például a Szabad Európa Rádió vagy más hírcsatorna. Az óceánokon pedig a nagyobb információ meny-

nyiség átvitelét igénylő hírcsatornák, mint a TV, át sem jutottak. Az ürtevékenység ezt a helyzetet gyökeresen átformálta.

1962-től, a Telstar-1 startjával elkezdődött a „világfalu” megszületése, amelyben mindenki tud mindenről, s az igazság egyre inkább kiderül, mivel a Föld, a 6,5 milliárd ember totális kontrollja technikailag és társadalmilag is megoldhatatlan. Az 1960-as évek folyamán a kezdeti kísérletektől a globális információ-átviteli szolgáltatásig megszületett az alapellátás. A Föld e szempontból kezdett kicsivé válni, mintha csak egy faluban laknánk.

Újabb áttörést jelentett a globális műholdas műsorszórás, beleértve a TV-műsorszórást, megjelenése. A diktatúrák, így a bolsevik diktatúra (szovjet hatalom és csatlósai) számára, amely rendszer a társadalom teljes és manipulált kontrolljára épült, oly veszélyt jelentett, hogy az ENSz-ben el akarták érni a globális műholdas műsorszórás betiltását illetve korlátozását. A technikából adódóan ez elérhetetlen cél, különösen a kezdetekben, amikor a besugárzott területek technikai beállítása még csak igen korlátozott pontossággal volt lehetséges. Széttörték az információs monopóliumok és megrendült a „kétpólusú” világszerkezet. (Azóta és éppen ezért az információs monopóliumok társadalmi, emberi – szerkesztők, bemondók, kommentátorok stb. – szinten újraszerveződése zajlik, de korlátozott sikerrel. Ez a monopólium ugyanis sokkal könnyebben törhető fel, mint a technikailag is garantált monopólium.)

Speciális műholdas, űrrendszereket használó szolgáltatások jelentek meg. Ezek közül kiemelendő a globális, műholdas helymeghatározó rendszerek üzembe helyezése, amelyek ma már hosszú ideje jól működő egyik példája az USA Global Positioning System (GPS) rendszere, de hamarosan teljes lesz az orosz GLONASS és remélhetően elkészül az európai Galileo is. Ez a szolgáltatás átalakította a tengeri, légi, majd a szárazföldi közlekedést, a térképészetet és geodéziai helykijelölést a kataszteri nyilvántartás illetve kitzűzés jellegű feladatokat is beleértve, a védelmi és cégirányítási-szervezési megoldásokat (kamionforgalom ellenőrzése, küldemények nyomkövetése, vám- és határőrizeti feladatok megoldhatósága), de az egyének és családok saját életvitelét is (sport és egyéb szabadidős tevékenység, napi közlekedés stb.).

A műholdas hírközlés, távközlés különféle feladatai integrálódtak, mert ugyanazon műholdas rendszer a többféle feladatot azonos műszaki megoldás mellett el tudja látni. Vagyis integrálódtak a pont-pont összeköttetések együttese, a területi ellátás és a műholdas műsorszórás, és megjelent a teljes földfelszín folyamatosan (24 órában) ellátni képes műholdas mobil szolgálat is. Utóbbi teljes integrálódása még csak elkezdődött, míg a többi teljesen lezajlott. De ezen túlmenően a műholdas hírközlő rendszerek integrálódnak, illetve integrálódtak a mentő szolgáltatással, a tengeri és légi forgalomirányítással, a meteorológiával, a katasztrófa riasztással stb. Az így integrálódtak pedig minőségileg is új szolgáltatást jelentenek, amelyet a társadalom megszokottként használ már.

A második fázis eredményeként nemcsak megszületett a „világ-falu”, hanem az is kiderült, hogy nagy űrrendszerek nélkül a világ-falunk nem tud létezni, azaz közel 6,5 milliárd ember e nélkül nem tud életben maradni. Az űrszegmens kikapcsolása milliárdok halálát eredményezné részben közvetlenül, részben közvetve.

1.2.3 Harmadik fázis: a Föld a világról nézve

Egyetlen rendszer sem ismerhető meg csak belülről vizsgálva. A megismeréshez kívülről kell nézni, legalább térben, de jobban, ha időben is [3,12]. E téren a beszivárgás egyszerre több vonalon zajlott le.

Megjelentek és először a meteorológiai szolgálatok működése szempontjából váltak nélkülözhetlenné a meteorológiai – vagy más néven: a kis felbontású – műholdas szolgálatok. Teljes és objektív képünk lett a légköri folyamatok nagyobbik, a felhőzettel szoros kapcsolatban lévő részéről.

A Föld felszínéről készült felvételek alapján vitathatatlan és egyben riasztó képet kaptunk bolygónk alapvetően általunk kiváltott szennyezettségéről, ennek alakulásáról és a saját életfeltételeink veszélyeztetettségéről. Ennek eléréséhez a meteorológiai és a katonai védelmi célú műholdas Föld-figyelés technikájára építve kifejlesztett, általános földfigyelési (távérzékelési) célú műholdrendszerek megszületése és folyamatos üzembe vezetett. Mára e kép teljes, s a környezet-szennyezés veszélye sem vitatható.

Új, társadalmi-gazdasági szempontból fontos célok, sikeres alkalmazások jelentek meg: a társadalom szolgálata a haszonnövények megbízható termés-előrejelzésével, az erőforrások felhasználásának biztonságosabb módjaival, a környezetvédelem jobb áttekintésével és végzésével, a katasztrófák kezelésének eredményesebb lehetőségével, a napra kész (real time) térképek előállításával és széles körben hozzáférhetővé tételével stb.

Mindez új célokat jelölt ki az űrkutatásban is: megérteni és pontosan meghatározni az élet és ezen belül az intelligens élet lehetőségének és tartós létének a feltételeit a Földön mind a Naprendszer Föld-típusú bolygói alapos kutatásával, mind a Naprendszer egésze, valamint a Galaxisban elfoglalt helye és a Galaxisunk tulajdonságai jobb megismerésével. Mik e létezés peremfeltételei és hol húzódnak a határok, amiket átlépve élet, illetve intelligens élet nem létezhet?

A harmadik fázis eredményeként az ürtevékenység a szociális-civilizációs problémák kezelésének, megoldásának alapvető eszköze lett. Ezt jól mutatja a felsorolt területek társadalmi fontossága és szerteágazósága, s a létünk alapjaihoz kapcsolódása.

1.2.4 Általános következmények

Az ürtevékenység e három fázisba sorolt beszivárgásának általános következményei igen fontosak.

Megváltozott a mindennapi életünk, részben az űrszolgáltatások folyamatos használatán keresztül, részben az információ-robbanás, de egyben minőségileg a korábbi állapotnál sokkal jobb és teljesebb, továbbá

gyors, azonnali jellege és annak megszokottá válása miatt, részben azonban az életvitelünk rendkívül gyors változásán keresztül, ami egyben az adaptációs képességünket is a végsőkéig igénybe veszi.

Így átfőrtmálódott az életmódunk és az életstílusunk mind személyi szinten, mind a globális politikában. Személyi szinten megjelent és használjuk a totális kommunikációt, rendkívül gyors átalakulás zajlik – legtöbbször az akarattunkkal is egyezően, de időnként annak ellenére is – az otthonunkban, ami érinti az otthon berendezésétől kezdve a napi életbeosztásunkig az életvitelünket minden szinten, a személyi biztonságunk (riasztás, gépkocsi lopásgátlás, segélyhívás, folyamatos informáltság a család tagjairól) új szintre lépett... Míg a globális politikában az egész Földre kiterjed a „nyitott égbolt”, azaz a dolgok eltitkolhatóságának hihetetlen megnehezítése, globális és integrált biztonsági akciók váltak lehetővé és meg is valósulnak, kiterjedt és megerősödött a globális kooperáció, de egyben új problémák is megjelentek a biztonság és a stabilitás terén (például információs támadás, „hadviselés”, pénzügyi-gazdasági gyors manőverek).

Összesítve, az űrtevékenység kulcsszerephez jutott a globális társadalomban. (A globális társadalom e tanulmányban nem azonos a köznapi beszédben használt „globalizáció” kifejezéssel, bár a globális társadalomban lejátszódhatnak a „globalizáció” folyamatai, s napjainkban annak egyik lehetséges, s nem feltétlenül a legjobb vagy jó változata le is játszódik. De a „globalizációnak” több lehetséges változata van, míg értelemszerűen mindig az egész Földön élő emberiség alkotja a globális társadalmat, ma együtt élve egy világ-faluban.)

1.3 Az űrtevékenység integrálódása a modern társadalomba (Az integráció most zajlik.)

Az űrtevékenység és különösen is az űrszolgáltatások teljes (totális) integrációja az egész emberi társadalomba az utolsó 15-20 évben indult meg és zajlik ma is. Az előjelei már az előző helyzetkép [3] megírásakor látszottak, s jelenleg intenzíven halad előre a folyamat. Ezt a társadalom is tudva-tudatlanul érzi és reagál is rá. Három szempontból nézzük meg ezért most az integrációt: az integráció legfontosabb területeit, az integráció fő jellegzetességeit, és végül a társadalmi reakciót.

1.3.1. Az integráció legfontosabb területei

- **Hírközlés és adathálózatok:** Az integráció részben lezajlott, részben most zajlik a pénzügyi világ és a gazdasági irányítás-ügyintézés területein, a bank és biztosítási piacon, a cégek K+F tevékenységében, beleértve a nagy területen (pl. EU) vagy globálisan szétszórt K+F hálózatok megjelenését és működését, a szállításban és kereskedelemben, az államok belső működésében, az államigazgatásban, a kormányzati szolgáltatásokban, a különféle védelmi feladatok ellátásában (vám, határizet, rendőri munka, honvédelem stb.).

- **Helymeghatározás és időszolgálat:** Az integráció legfontosabb területei a légi-, tengeri és szárazföldi közlekedés, a számítógépes és adatkezelő hálózatok, a ge-

odézia, térképészet és a kapcsolódó államigazgatási tevékenység (kataszteri nyilvántartás, állapotfelmérés stb.) teljes egészében, továbbá az egyes emberek magánéletében a hobby tevékenységek, a szabadidő eltöltése, a sport, az egyéni közlekedés és folyamatos útvonaltervezés...

- **A Föld figyelése műholdakról (távérzékelés):** Itt az integráció legfontosabb területei az élelmiszerellátás kérdései (haszonnövények hozambecslése és előrejelzése), a növénytakaró állapotának folyamatos figyelése és a növénytakaró megóvása, a (felszíni) vizek állapotának figyelése és a vizek védelme, valamint a meteorológia, továbbá a biztonság és védelem, honvédelem kiszolgálása, katasztrófa monitorozás és a mentés segítése, valamint a naprakész (real time) térképezés, nyilvántartások karbantartása és a komplex geoinformatikai rendszerek (GIS) létrehozása, karbantartása és alkalmazása helyi, regionális és kormányzati szinten...

- **Speciális szolgálatok:** mentés a hírközlési és a helymeghatározási űrrendszerek együttes alkalmazásával, honvédelmi és felderítési feladatok megoldása a Földet figyelő, a helymeghatározó és a hírközlési űrrendszerek együttes használatával stb.

1.3.2 Ezen integráció alapvető jellemzői

Egyrészt a felsorolt alapvető űrrendszereknek létezniük és szolgáltatási biztonsággal működniük kell. Másrészt ezen űrrendszerek nem kapcsolhatók ki, mert kikapcsolásuk, az alkalmazásból kivonásuk civilizációnk fő infrastruktúrális elemeinek azonnali összeomlását váltaná ki. Ez azt is jelenti, hogy az ezek fenntartásához és üzemeltetéséhez szükséges szakképzett, magasan kvalifikált szakembergárdának mind most, mind a jövőben folyamatosan rendelkezésre kell állnia, ami a szükséges, magas gyermekszám biztosítása mellett a képzés és az alkalmazás, az adott munkahelyre vonzás feltételeinek társadalmi biztosítását is igényli.

1.3.3 A társadalmi reakció, a társadalom válasza

A válasz „kétarcú”: az egyik arca az űrrendszerek, az általuk nyújtott lehetőségek és szolgáltatások kiterjedt használata. (Itt meg kell jegyezzük, ahhoz, hogy a több, mint 6,5 milliárd ember élhessen a Földön, ez az általános és kiterjedt használat egyben elkerülhetetlen is.) A másik arc az űrtevékenység, a tudományos fejlődés és előrelépés mind érzelmi, mind gyakorlati elutasítása, mely egyre intenzívebb és egyre agresszívebb formában jelentkezik.

Ez a kétarcúság, azaz az űrrendszerek és szolgáltatásaik kiterjedt használata és egyidejűleg az űrtevékenység és a tudomány elutasítása, teljesen szokványos az egyéneknél, a társadalom egészénél, mintegy entitásként szemlélve a társadalmat, a kormányzatoknál és a döntéshozói csoportoknál (parlamentek, önkormányzatok) egyaránt.

A társadalom egésze által adott válasznak vannak kifejezetten rossz vonásai. Ezek egyik része a tudományellenes mozgalmak megjelenése és erősödése, míg a másik része a „vissza a múltba”, a vissza a régi, jónak

vélt állapotokhoz, eljárásokhoz elképzelések megerősödése. Azonban a világ irreverzibilis, s semmi módon nincs út visszafele. A visszafele lépés mind elméletileg, mind gyakorlatilag lehetetlen. A múltból sokat tanulhatunk, s kell is tanulnunk, de vissza nem mehetünk.

A társadalmi reflexió röviden felvázolt jellege veszélyforrás. Ugyanis ennek következtében az ürtevékenység (és a tudományos munka általában is) lassabban halad előre, mint az egyébként lehetséges és egyben szükséges is lenne. Ugyanakkor a társadalom megoldandó problémái minden késés nélkül jelentkeznek. Vagyis a gondok megoldásához szükséges eszközöket késlekedve állítja csak elő a társadalom, s az is reális lehetőség ma már, hogy az ürtevékenység fejlődése és az új tudás és technológiák előállítása egyszerűen megáll. *Ez pedig igen súlyos válságot vált ki kikerülhetetlenül!*

Eppen ezért több oldalról is vizsgálták és vizsgálják, hogy a teljes, globális társadalomba integrálódott ürtevékenység „kikapcsolásának” mi lenne a hatása, vagyis mi történne, ha például egy napra megszűnne minden űrbeli, műholdas szolgálat, szolgáltatás – „*one day without space*” [13], – vagyis mekkora a globális és helyi függőségünk a műholdas rendszerektől, az űrrendszerektől. A biztonsági oldalát nézve az ugyan nem nagyon valószínű, hogy az összes műholdas rendszerünk egyszerre kiesne, leállna, de sajnos nem zárható ki. Ugyanis csak egy rendkívül erős napkitörés kell ahhoz, amelyek „el-találja” a Földet, hogy a műholdak oly nagy sugárterhelést kapjanak, amelyek átmenetileg vagy véglegesen megállítja a műholdak fedélzeti elektronikus egységei működését. Ezért is oly fontos többek között az úgynevezett űridőjárás kutatása, majd a jövőbeni előrejelzése.

Azt mondhatjuk, hogy egyetlen napot még át tudna vészteni civilizációnk műholdak nélkül, de csak komoly gazdasági károk és működési zavarok árán. Ugyanis az ürtevékenység beépülése az életünk minden területére, mint láttuk, megtörtént és folyamatosan halad előre egyre újabb, alapvetően fontos szolgálataival. Csak egyetlen területet, a helymeghatározást, a navigációt emelem ki példaként [13] a nemzetközi elemzések sorából. Ahhoz, hogy a mezőgazdasági termelést a szükséges szinten és hatásfokkal végezzék, az USA-ban a farmerek a növényeik fejlődését és pontos elhelyezkedését real-time műholdfelvételek segítségével követik nyomon, s a művelést a GPS rendszer segítségével irányítják, a művelés mellett beleértve a precíziós művelést és vizsgáldáskodást, amire nálunk is oly nagy szükség lenne az egyre gyakoribb aszályok miatt. Ezért a John Deere cég a mezőgazdasági gépeibe a műholdas navigációs rendszert már beépíti. Napjainkban csak az USA mezőgazdaságában 300-400 ezer GPS vevő üzemel, s a számuk tovább növekszik. Csak a GPS használatának a teljes mezőgazdasági hatása az USA-ban ma körülbelül 8,5 millió Euro/nap, azaz mintegy 3,1 milliárd Euro/év. (Mint komoly mezőgazdasági tevékenységgel rendelkező országban, hazánkban is területarányosan megbecsülhetjük mekkora lenne csak ezen űrrendszer hazai használatának a hatása, illetve mekkora kárt okozhat az ürtevékenység figyelmelen kívül hagyása.)

Az újabb, hordozható GPS eszközök európai (EU klaszszikus része, az úgynevezett Nyugat-Európa) bevezetésének a hatása ugyanezen a területen 2012-re becsülhetően 8,3 milliárd Euro/év szintet is elérhet. Így már világos, hogyha csak egyetlen területnek ekkora a hatása és csak a navigációs-helymeghatározási műholdrendszerek területén, akkor miért is oly fontos és sürgető az EU számára a saját műholdas navigációs rendszer, a Galileo gyors kiépítése és miért is indította meg az EU a saját, önálló űrpolitikája megtervezését és haladéktalan végrehajtását.

1.4 Az emberi élet szolgálata, egyéni és globális szinten

Ez az ürtevékenység és benne az űrkutatás részben deklarált, részben nem is deklarált célja a kezdetektől fogva és marad a jövőben is. Azonban e cél szolgálata nem egyszerű; magába foglalja az élet és az intelligens (emberi) élet létezési feltételeinek megértését, de megóvását is. Mindenek előtt a legfontosabb problémákat tekintjük át az élet szolgálataként megjelölt célhoz vezető úton, amelyek a következők:

- Az ember elválaszthatatlan egyéni és társadalmi léte, valamint civilizációnk egésze gondjainak, illetve működési, működtetési feladatainak megoldása *napi szinten*. Az előzőekben éppen ezeket taglaltuk részletesen mind a feladatok és megoldásuk oldaláról (lásd a hírközlést, helymeghatározást, a Föld űrből figyelését és ezek civilizációs beépülését, hatásait), mind az egyének és a társadalom „kétarcú” viselkedését és az abból fakadó sarkalatos gondokat. Ezért ezt most újra nem részletezem.

- A problémakör következő szintje az a kérdés, hogy egy bolygó, esetünkben *a Föld mitől lakható*, azaz hogyan, miként hordozhat életet. Korábban azt hittük, hogy ez valamiféle objektív adottság, ami természetes, s az élet pusztán kihasználja ezt a lehetőséget megjelenvén a bolygón, a Földön, ami amúgyis alkalmas az élet hordozására. Azonban a Föld és a hasonló, azaz Föld-típusú bolygók, égitestek (Hold, Vénusz, Mars, Merkúr) megismerése – amely feladat megoldásának még csak az elején tartunk – ezt a régi elképzelést, hiedelmet megcáfolta. Ugyanis mára már kiderült, hogy a Földet az élet hordozására alkalmas állapotban így, nem túl közel és nem túl távol a Naptól, az élet, a teljes bioszféra maga tartja. A bioszféra nélkül a Föld a többi Föld-típusú bolygóhoz hasonlóan valamilyen természetes egyensúlyi állapotban lenne, mint a Vénusz vagy a Mars.

Ezért különösen fontossá vált egyrészt az élet létezése határfeltételeinek pontos megértése és meghatározása. (Példaként gondoljunk csak a magaslégköri ózonréteg megbomlása okozta gondokra.) Másrésztől sürgető és kiemelten fontos a Naprendszer Föld-típusú égitestei, bolygói állapotának, működésének, fejlődéstörténetének minél pontosabb megismerése, mert e nélkül nem lehetséges a Föld állapotának, működésének és várható változásainak (globális változások, köznapi szóval globális „melegedés”) megértése és a szükséges teendők – például a légköri széndioxid mennyiség növekedésének pontos szerepe és a beavatkozás, korláto-

zás szükséges mértéke – meghatározása. Rossz döntéssel összedönthetjük a civilizációt, ami tömegpusztulást váltana ki, másféle rossz döntéssel pedig veszélyeztethetjük a bioszférát, bolygónk életet hordozó állapotát, ami szintén tömegpusztulást okozna. Ezért nagyon fontos a jó döntéshez szükséges ismeretek megszerzése, ami viszont csak az összehasonlító planetológia, az űrkutatás segítségével lehetséges.

• Rájöttünk, hogy az is alapvető kérdés, hogyan lehetséges egyáltalán az *élet egy csillag szomszédságában*. Mert mit is jelent egy csillag a szomszédban? Oly természetes, ismerjük és látjuk is minden nap, kedves, nyugodt, sárga csillag; a Nap. Igen jó dolog a Nap itt a szomszédban. Ez bolygónk létezésének előfeltétele, hisz a Föld a Nap bolygója. De a Nap az energiaforrásunk, az élet, a bioszféra a Nap fényéből veszi a létezéséhez szükséges energiát. Ebben nincs semmi új. Abban már igen, hogy rájöttünk, a Föld sem más működése alapvető paramétereit tekintve, mint egy műhold, vagy más, az űrben működő eszköz, amely szintén a Naptól érkező energiát használja (pl. napelemek) és a belső működése következtében keletkezett rendetlen energiát (hőenergia) a működés miatt keletkezett rendetlenség (entrópia) nagy részével együtt kisugározza a világűrbe. Ez a hosszú távú működőképesség meglétének előfeltétele, azaz ezt is a szomszédban lévő csillag teszi lehetővé.

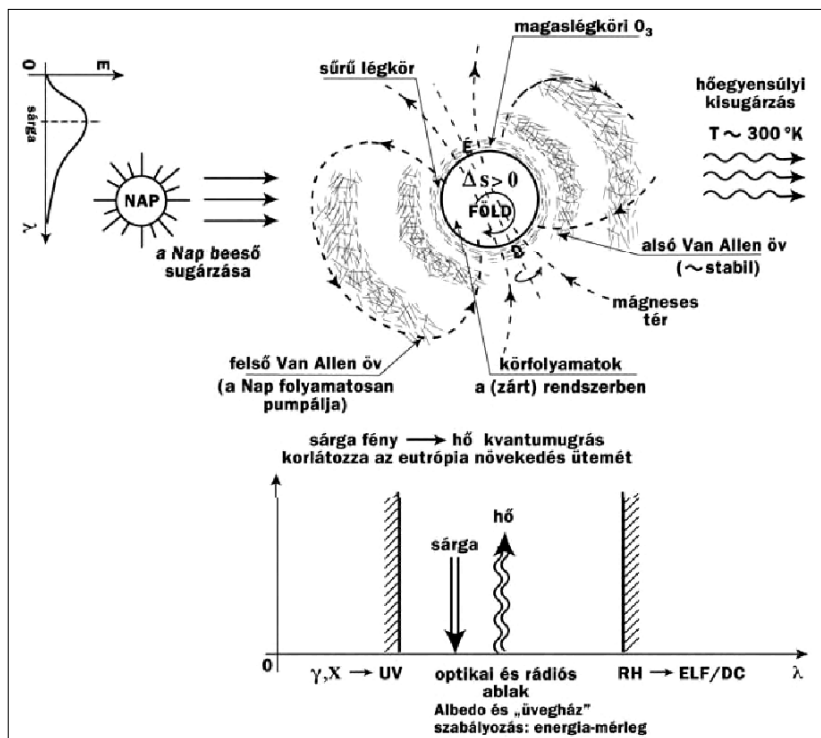
De az űrkutatás és a műholdak, űreszközök építési szabályai felfedezése közben arra is rá kellett ébrednünk, hogy a szomszédban lévő csillag, a Nap olyan veszélyforrás is, amely az élet megsemmisítésének folyamatos lehetőségét jelenti. Ugyanis a 30 MHz alatti (ULF-SW) tartományban a Nap, mint minden adott típusú csillag intenzíven sugároz. Ez a tartomány azonban egyben a bioszféra, s így az ember működésének is jellemző tartománya (lásd az EKG és EEG jeleket stb.), s ha a Nap e tartományba eső jelei, kitörései teljes intenzitással elérnék a Föld felszínét, nem maradnánk életben. De ugyanígy megsemmisítené a szénláncra szervezett életünket, hisz szénláncokból állunk, a Nap pusztán a folyamatos ultraiolya és annál magasabb frekvenciájú (röntgen, gamma) sugárzásával. Ezt csak tetézi a napkitörések, a változó naptevékenység okozta romboló hatás, valamint az az egyszerű tény, hogy a Nap normális sárga csillagként az elmúlt 4-4,5 milliárd év, azaz az élet létezési ideje alatt folyamatosan növelte a kisugárzott energia (fény) intenzitását, a napállandó ma a hajdani értéknek másfél-kétszerese.

Tisztázódott, hogy a Föld igen speciális szerkezetű és működésű bolygó, s életet hordozó és óvó működése meglétéhez és fennmaradásához ráadásul az élet közvetlen közreműködése is szükséges a kezdetektől fogva. Ezért a Nap-Föld kapcsolatokat, benne a magaslégkörünk állapotával, szerkezetével, az úgy-

nevezett űridőjárással az űrkutatás eszközeivel, mert mással nem lehetséges, kutatnunk kell, hogy teljeskörűen felmérhessük, megismerhessük és döntéseinknél figyelembe vehessük azokat a domináns hatásokat, amelyek az életet és civilizációnkat érdemben befolyásolják. Ez magába foglalja a Föld magaslégköre (ionoszféra, magnetoszféra, geomágneses aktivitás, sugárzási övek stb.) műholdas és szimultán földi hálózatok segítségével történő vizsgálatát, a Nap és a bolygóközi tér folyamatainak és azok Földre gyakorolt hatásainak megismerését. Ebbe beletartozik az is, hogy a Naprendszer, ez a bolygórendszer, amit valaha tipikusnak képzeleltünk, egyáltalán nem tipikus, hanem sajátos. (A más csillagok körüli bolygók, bolygórendszerek keresése és megismerése, azaz az exo-bolygó kutatás ezt mutatta meg, bár az űrkutatás e része még éppen csak elkezdődött, és sok munka vár még ránk, amire azt mondhatjuk, hogy átfogó ismereteink lennének a bolygórendszerekről. De azt már tudjuk, hogy a miénk sajátosan eltér a többi megismerttől, és ezt a modellszámítások is megerősítették – lásd még a 2. részben.)

• Azonban az is kiderült, hogy mindez még önmagában nem elegendő ahhoz, hogy intelligens lényekként létezhessünk. Vizsgálni kellett – és ez a munka folytatódik tovább –, hogy mik is az *intelligens élet létezésének peremfeltételei*. Kiderült, hogy ahhoz, hogy az intelligens élet létezéséhez a mi esetünkben szükséges több milliárd év az élet megléte mellett teljen el, a galaxisnak is sajátosnak kell lenni, s benne az életet hordozó bolygórendszer csillaga pályájának is. Vagyis a saját létünk és fennmaradásunk megértéséhez vizsgálni kell a csillagközi tér és a galaxisunk folyamatait és jobban meg kell értenünk a kozmológiát, az Univerzum állapotával

A Föld működésének, elektromágneses környezetének vázlatja



és történetével foglalkozó kutatást. Ehhez azonban űrbeli, műholdas csillagászat szükséges, valamint a fizika és a biológia alapjait vizsgáló űrbeli kísérletek, amelyek elvileg sem lehet földi laboratóriumokban megcsinálni, de amelyek nélkül nem tudunk előrelépni sem a fizikában, sem a biológiában.

Abban, hogy ennek az alapfeladatnak a megoldásában mire jutunk és mikorra, a kulcsfontosságú tényező maga az ember, az emberi társadalom, ahogyan erről korábban már részletesen szó esett. De sosem feledkezhetünk el arról, hogy nem dönthetünk úgy az élet megóvásáról, hogy azt általában védjük, akár az emberi élet, az emberi társadalom, civilizáció lerombolása, elpusztítása árán is.

Technikailag két, egyformán fontos és szimultán művelendő úton kell járjunk, hogy valóban szolgálhassuk az élet, az emberi élet megóvását. Nevezetesen automata űreszközöket, robotokat (műholdakat, űrszondákat) és kapcsolódó távvezérlést és adatátvitelt használunk. A másik út pedig az ember részvételével, közvetlen űrutazásával járó programok kivitelezése. Napjainkban divatos e két, egyformán fontos és szimultán művelendő utat szembeállítani. Azonban ezek nem alternatívák, hanem a cél eléréséhez mindkettőre feltétlenül szükség van. Ráadásul az ember űrutazása egy-egy konkrét feladat megoldásán kívül még azért is fontos, mert emberségünk alaprésze az ismeretlenbe elmenetel, az ezzel járó „kaland”. Ha e vonásunkat elveszítjük, akkor emberi mivoltunk csonkul meg a pusztulás fele mozdítva a társadalmat.

1.5 Összegzés

Amint láttuk az előzőekben az alapvető kérdések a következők:

- Mi történne űrtevékenység nélkül?

A létrejött civilizációnk összeomlana. De mert világunk irreverzibilis és ezért benne visszaút nincs, lehetetlen visszatérni az emberi létezés valamely korábbi formájához. Vagyis a legvalószínűbben az űrtevékenység feladása és az űrrendszerek kikapcsolása, leállása végül lokális és globális anarchiához vezetne, a társadalom helyébe a teljesen szétesett állapot, angol nevén a „slum” lépne. (A társadalom erre való hajlama napjainkban már jól látszik, az így létrejövő helyzet elfogadhatatlanságával együtt.)

- Mi a döntéshozók mai állapota?

Globálisan sincs meg a szükséges tudásuk a döntések meghozatalához, s hazánkban ez különösen jellemzővé vált az elmúlt néhány évben lezajlott kontraszelektációs folyamatban. Ezen túlmenően nincs elegendő motivációjuk ahhoz, hogy jó döntések meghozatalára törekedjenek. A közvetlen cél a döntéshozatalban nem a társadalom hosszú távú léte és jóléte biztosítása, hanem rövid távú, más célok, amiket a hatalomba jutás és ott megmaradás határoz meg alapvetően. A tudásbeli és a célokat illető bizonytalanság pedig hajlamossá teszi a döntéshozókat a döntések halogatására, a feladatmegoldások időbeli elhúzására. (Jó és egyben sajnálatos példa erre, hogy az európai döntéshozók több, mint

két évtizedes halogatása miatt, hisz csak mostanra döntötték el, hogy legyen az EU-nak önálló és intenzív űrpolitikája megfelelő költségvetési háttérrel, Európa például a vitális fontosságú helymeghatározó-navigációs műholdrendszer kialakítása terén nagyon elkésett, s ez a sok egyéb hátrány mellett gazdasági hátrányt és kiszolgáltatottságot is jelent.) Azonban a halogatások esetében fontos tudni, hogy a döntésekre nem áll rendelkezésre bármennyi idő, csak annyi, amennyit az ügynevezett döntési idő-ablak biztosít. Ez minden döntésnél kikerülhetetlenül így van, a legszemélyesebb ügyeinktől kezdve a napi munkánkon át a nagy társadalmi döntésekig. Ha a döntési ablakban döntünk, akkor érdemi döntést lehet hozni. Ha azonban ebben nem döntünk, akkor a dolog eldől úgymond magától a valószínűségek és a pillanatnyi hatások együttes eredményeként. Az ez után hozott döntés pedig már egy eldölt folyamat módosítási kísérlete lesz csak.

- Hogyan érhetjük meg a jövőt?

Mindenek előtt a társadalom stabil létezését kell biztosítani, amihez alapvetően megfelelő lelki, szellemi és testi állapotban lévő, kellő számú gyermekre, ehhez stabil családokra van szükség, s a stabilitás biztosításához kikerülhetetlenül használnunk kell az űrtechnikát, az űrtevékenységet. Azonban előbbre nézve az is világos, hogy az emberi élet jövőbeni létezésének biztosításához a Földön – és kicsit később valószínűleg a szomszédos bolygókon is – az űrtevékenységet és azon belül az űrkutatást nemcsak művelni kell, hanem intenzíven fejleszteni is.

- Mindezek alapján a következtetések:

- Növekvő űrtevékenység, egyre kiterjedtebb űrkutatás nélkül az emberi társadalmat, a civilizációnkat nem lehet stabilizálni.

- Az űrtevékenység szükséges feltétel ahhoz, hogy az emberi társadalom megérje a jövőt. De az is világos az elmondottak alapján, hogy önmagában csak az űrtevékenység nem elegendő ennek biztosításához, sarkalatos az emberek egyéni és együttes állásfoglalása az élet mikéntjéről, fontosságáról, s a jövőről, mint érdemi célról.

- Maga az űrtevékenység a szükséges lépéseket a döntéshozói működésből fakadó kötöttségek adta lehetséges keretek között a visszatekintésből láthatóan korábban megtette, s ma is a lehetséges mértékben megteszi. Így ma már az űripar (pontosabban „a repülő- és űripar”) szervesen és igen fontos, gazdaságilag lényeges tényezőként és a legfontosabb technológiai húzóágazatként beépült a gazdaságba, s az élet védelme szempontjából (űridőjárás, természetes vagy mesterséges objektumok Földre becsapódása, űrrendszerek üzemviteli biztonsága) fontos tényezők figyelemmel kísérése és majdani befolyásolása céljával létrejöttek néhány helyen, s alakulóban vannak az EU-ban is az űrparancsnokságok – ezen, vagy PR okból más néven. Vagyis a jó pályán haladáshoz az elvi lehetőségünk megvan.

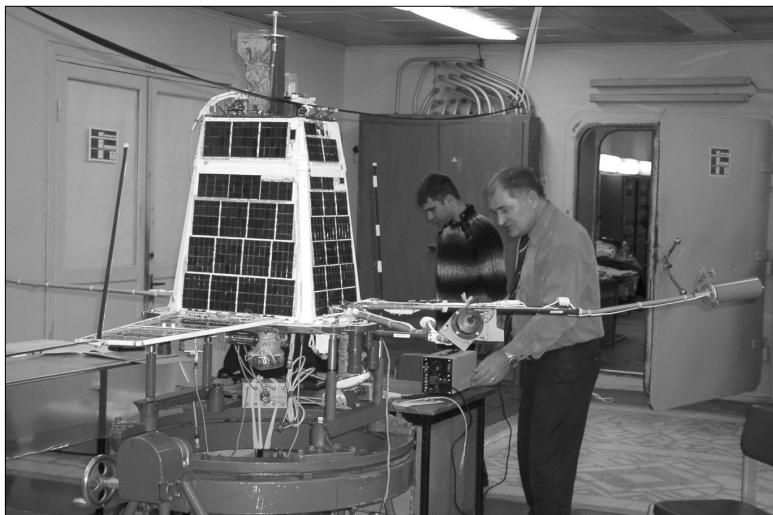
- Azonban igen élesen vetődik fel a társadalmi élet és világszemlélet kérdése és ennek következményei. Egyetlen példát kiragadva az alaposan vizsgált kérdé-

sek közül: űrhajósként repülni, kutatni, az űrben szerelni egyrészt jó fizetéssel járó foglalkozás, másrészt rendkívül érdekes kaland, kihívás, ami a személyes élet kockázatásával is jár. De ehhez egészséges szervezet, egészséges, szabályozott életmód, kitartó tanulás, általában több diploma, vagyis nagy szellemi, lelki és testi erőfeszítés tartozik. Ma, a következő nemzedékben ez jellemzően nem követendő példa. Mert a gyorsan és könnyen, akár a törvényeket átlépve vagy kijátszva is szerzhető pénz, s a kaland, az élet kockázata akár egy gördeszkával bemutatható ugrálással is elérhető, szintén nagyon gyorsan.

Aktuális kérdés ma világszerte és Európában is, hogy hogyan biztosítható az űrtevéenység egésze, azon belül az űrkutatás és az űrhajózás személyi bázisa 2020-2030-ban? Hiszen a személyi bázis nélkül bármi, így az űrtevéenység is összedől, megszűnik. (Ezt vizsgáltuk például az EURISY zártkörű prágai konferenciáján 2009 márciusában.) Vagyis a jövő megérése és a jövőbeni lehetőségeink a következő generáció életszemléletétől, világnézetétől, életvitelétől, s az ehhez kapcsolódó szülői, közösségi és döntéshozói működéstől függenek.

* * *

A fentiek ismeretében mostmár áttérhetünk az űrtevéenység helyzetének és változási trendjének a korábbi helyzetképekben [1-3] megszokott áttekintésére, amely kép azonban az eddig részletezett általános társadalmi, civilizációs bázison értelmezendő mindig, az erre vonatkozó utalások nélkül is. A továbbiakban az előrejelzéseknél mindig feltételezem, hogy az emberiség (a társadalmak, a döntéshozók) az emberi élet fennmaradását tekintik elsődlegesnek, s ezért az űrtevéenységre fordítandó pénzek, az eszközök és a szakgárda a legszükségesebb mértékben rendelkezésre állnak majd.



Egy kutató mikro-műhold, a Kompas-2, magyar műszerrel a fedélzetén, bemérés közben

2. Az űrkutatás helyzete és trendje

E téren alapvető változás nem következett be az elmúlt évtizedben. Azonban a kutatómunka eredményei a korábban megindult világképi, különösen is a Föld működésére vonatkozó nézeteinkben zajló változást felgyorsították, s a kirajzolódó kép elemei illeszkednek egymáshoz, azaz egységes képet látszanak alkotni.

a) Az űrkutatás technikai oldaláról közelítve mára meghatározóvá vált az a trend, amelyet a korábbi helyzetkép [3] jelzett. Így ma már megszokott a *kis, célorientált műholdak, azaz úgynevezett mikro- és nano-holdak* alkalmazása. E kicsiny eszközök megjelenése lehetővé tette, hogy adott, speciális, valamely kutatási célhoz és csak ahhoz optimalizált műholdakat építhessünk. Ezzel a kiválasztott kutatási cél a csak ehhez illeszkedő műszerekkel, más műszerek által keltett zavarok nélkül vizsgálható. Egyben megszűnt az a kényszer, hogy-

ha felbocsájtnak egy (korábban értelemszerűen nagy vagy nagyobb méretű) műholdat, akkor arra lehetőleg minél több, akár egymást zavaró műszert is tegyünk fel.

E kis holdak (relatív) olcsók, könnyen pályára állíthatók, akár más, nagyméretű, szolgáltató holdakkal együtt indítva, „észrevétlen” többletteleherként, s így már megéri, hogy célorientált műszerezettséggel, egy-egy tudományos célt vizsgáló űreszközt indítsunk el. Az is újdonság, hogy ez az új technika, a hajdan csak igen primitív eszközökkel felszerelt és akkor is kicsiny amatőr rádiós műholdak egyfajta utódjaként, tegye lehetővé az érdeklődő diákok képzését. Vagyis diák-műholdakat lehet építeni, például 10x10x10 cm³ méretben („cube-sat”), s ez a szegényebb országok diákjai számára is elérhető képzési forma. (Az első, egészében magyar műhold, a *Masat* is diák-műhold kutató műszerekkel, most készül a Budapesti Műszaki Egyetemen, ahol 48 évvel ezelőtt az első komplex űrkutató csoportot is diákok alapították.) Az űrkutatás alapintézményei, mint az ESA, NASA stb., e lehetőséget is segítenek kihasználni, remélve, hogy így segíthető egyben az űrtevéenység egyre égetőbb szakember utánpótlási gondjainak a megoldása is.

A kis műholdak által nyújtott célorientált kutatási lehetőségekre egy példaként kiragadva érdemes megemlíteni a francia (CNES) *Demeter* műholdat és az orosz-magyar-ukrán együttműködésben épített *Kompasz-2* műholdat. Mindkettő a Föld elektromágneses környezete, a földrengéseket megelőző elektromágneses jelek kutatására készült, s sikeres méréseik azért váltak lehetővé, mert más műszereket nem kellett a holdakra feltenni, így azok óhatatlanul megjelenő elektromágneses jelei, amelyek e méréseket zavarták volna, nem is voltak, nincsenek is jelen.

A jövőbe tekintve várható, hogy a valamely kutatási célra optimalizáltan épített kis műholdak illetve kis műholdakból álló rendszerek, sőt egymáshoz képest kötött formációban repülő műhold-csoportok a kutatásban meghatározóvá válnak, kiszorítva e területről az egyszerre sokféle mérést is végző, de így egyikre sem optimali-

zált, nagy műholdakat. Ezzel együtt és ennek következtében is megerősödik a Föld, mint életet hordozó bolygó működésének és az életet veszélyeztető tényezők hatásainak (pl. úridőjárás) a kutatása, megismerése; az élővilág azon szerepének pontos tisztázása, ami szerint a Földet maga az élet tartja a természetes egyensúlyi állapottól eltérő, az élet hordozására alkalmas állapotban; illetve a Földnek az élet számára fontos, különös sajátosságai teljeskörű és pontosabb feltárása.

b) Ugyanakkor, a fenti trenddel szimultán folyamatban, tovább [3] növekszik a Föld körüli pályán keringő, *speciális, automata laboratóriumok* szerepe. Ezek valóban nagy űrkomplexumok, amelyek azonban ma már nem sokféle kutatási célt szolgálnak egyszerre, hanem valamely tudományterület űrben jobban végezhető, vagy csak az űrben végezhető kutatási munkáját végzik el. E trendtől nem független az űrállomások, mint nagy, komplex űrlaboratóriumok szerepének növekedése, de ott az ember is kulcstényező, ezért arra az ember részvételével folyó kutatásnál térek ki.

E korszerű, nagy űreszközök, komplex laboratóriumok tehát valamely kutatási terület, az emberiség számára fontos feladat megoldására specializáltak. Ma ezek között az űrbeli „csillagászati” laboratóriumok a meghatározóak. Elsőként kiemelendő közöttük a Hubble űrteleszkóp, amelyet űrhajósok kétszer is, legutóbb éppen most, 2009-ben, megjavítottak és korszerűsítettek. (Ez a feladat robotokkal, automatákkal nem vagy csak igen körülményesen és sokkal nagyobb költségekkel lett volna megoldható. Vagyis ember részvétele nélkül olcsóbb lett volna egy új komplex űrtávcső-rendszert fellőni, mint a Hubble-t megjavítani és korszerűsíteni, amire a szükséges pénz valószínűleg nem állt volna rendelkezésre. Így viszont a legolcsóbb és leggyorsabb változatot sikerült realizálni az emberes javítással.) Most kezdi meg a mérési programját a Kepler csillagászati űrkomplexum is, amely többek között a más csillagok körül keringő bolygók felfedezésében jelent majd valószínűleg érdemi áttörést.

Szintén e kategóriába tartoznak azok a speciális műholdas missziók, amelyek célja a fizikai alapok kutatása. Ide sorolhatjuk a gravitáció természetének vizsgálatát, beleértve a gravitációs hullámok kutatását, általában az univerzális állandók pontos értékének jobb meghatározását, annak vizsgálatát, hogy ezek az állandók állandók-e, amint ma tudjuk, de az Univerzum keletkezésének vizsgálatát egyre pontosabban – hiszen azt már tudjuk, hogy kezdete van, lett, s nem örökkévaló –, hogy mind a keletkezés mibenlétét, mind az Univerzum jövőbeni alakulását és persze benne a saját helyzetünket jobban megértsük.

c) *Bolygóközi missziók és a Naprendszer kutatása.*

Két szempontból is fontos az űrkutatás ezen része. Egyrészt kiderült, hogy a Föld és a Nap, valamint a Naprendszer egésze, a bolygóközi tér folyamatai hatással vannak a Föld működésére, a bioszférára és benne az emberi civilizációra, annak mai formájában is. Másrészt

a Föld állapota, elmúlt története és jövőbeni alakulása pusztán önmagában a Föld vizsgálatával nem érthető meg. A megfelelő értelmezéshez mind a Föld-típusú bolygók (vagyis a Vénusz, a Mars, a Merkúr és ide sorolandó a Hold is) kialakulását, mai állapotuk kifejlődését és az ott zajló – sokszor rendkívüli – jelenségek megértését is nagyon pontosan meg kell ismernünk. Ez az ismeret szükséges ahhoz, hogy a Földön az életet hordozni képes állapotot a bioszféra e megértésen alapuló jó megóvásával az emberi élet, a civilizáció létfeltételeit megóvhassuk, biztosíthassuk. A Föld-típusú égitestek alapos vizsgálata ezt biztosítja olyan ismeretekkel, melyekre a bolygókutatás nélkül egyáltalán nem tehetünk szert. De ugyanezért a Naprendszer egészét is jobban meg kell ismernünk, benne az óriás bolygók (Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz) és különösen a Föld-típusú holdjaik kutatásával. Ez azért is fontos, mert a más csillagok körül található bolygók, bolygórendszerek, azaz az exobolygók vizsgálata mára felhívta a figyelmünket arra, hogy a Naprendszer nem tipikus, hanem rendkívüli, s a tipikus, azaz az eddig talált más bolygórendszerek legalábbis nem kedvezőek az élet ottani működése számára, így vélhetően ott nincs élet...

Mivel ma még igen hiányosak az ismereteink is és még az elképzeléseink is az ügyben, hogy a különösen szabályos felépítésű Naprendszer egésze miért és hogyan fontos a létezésünkhöz, ezért a Naprendszer egésze működésének megértése kiemelkedő cél lett az űrkutatásban. Áttörésnek is tekinthetjük az elmúlt évtized eredményeit a Mars kutatásában, ahol bár komplett bioszféra létét nem tételezhetjük fel az eddig megismertek alapján, de (ma még) nem zárhatjuk ki teljesen valamiféle elemi életforma esetleges létezését. Elmondhatjuk, hogy valamennyi nagy űrkutató egység (NASA, ESA, Japán, India, Oroszország, Kína) így, vagy úgy bekapcsolódott a Mars vizsgálatába, mind Mars körüli pályáról történő távérzékeléssel, mind (helyben maradó illetve a felszínen közlekedő) leszálló egységekkel. Találtunk vizet a Marson, pontosabban igen kemény jég formájában a sarki régióban, s egyértelmű nyomát találtuk a hajdani nagy méretű vízfolyásoknak, víz előfordulásoknak, de mára már ez a nagy tömegű víz eltűnt a bolygóról. Az oly sokat emlegetett „arc a Marson” képződményről kiderült, hogy csak egy eródálódott plató, s a sarki régiókban évszaktól függően (tavasszal, nyáron) feltűnő, növekvő sötét foltok széndioxid kitörésekkel kirobanó homok, por nyalábok (jet-ek), lásd például [14]-ben. Tervezik anyagminták hazahozatalát is a Marsról, hogy a földi laboratóriumokban a Marsra leszállt automatáknál pontosabban megvizsgálhassák a kutatók.

Megerősödött a Vénusz kutatása is az elmúlt évtizedben, ami azért fontos, mert a Vénusz hasonlít leginkább a Földre; tömege alig kevesebb a Föld tömegénél, a Naptól való távolsága csak kicsit kisebb, mint a Földé (ezért oly fényes sokszor az esthajnalcsillag az égen, mert olyankor közel van hozzánk), ugyanakkor mégis elképesztően eltérnek a viszonyok a földtől a Vénuszon. A Föld jövője szempontjából szeretnénk megérteni, hogy hogyan, mikor és miért került a Vénusz ebbe a nagyon

eltérő, s az élet hordozására teljesen alkalmatlan állapotba. De megújult a Hold kutatása is, egyelőre automatákkal és szisztematikusnak mondható mind a Jupiter, mind a Szaturnusz rendszerének a vizsgálata. Ez folytatódni fog. Eddig csak igen kevés ismeretet szereztünk a Naphoz legközelebb lévő Merkúrról. Az ESA-JAXA már készülő közös missziója, amelyben magyar részvétel is van, a BepiColombo keretében azonban remélhetően a következő évtizedben sokoldalú vizsgálattal új adatokhoz jutunk erről a Föld-típusú bolygóról is. A vizsgált időszakban elindult az első űrszonda, amelyik a Naprendszer eddig egyáltalán nem vizsgált bolygóját, a Plútót éri el néhány éven belül. Ez a szonda, a New Horizont az eddig a Földről elindított űreszközök közül a leggyorsabb, a szökési sebesség több, mint kétszeresével haladva a starttól számítva mindössze 9 év alatt éri el a Plútót, majd tovább halad a csillagközi tér felé.

Eközben három (eredetileg négy) korábbi űrszonda, amelyek a nagybolygók vizsgálatára indult még majd 40 évvel ezelőtt – a Pioneer-11, a Voyager-1 és a Voyager-2 űrszondák (a Pioneer-10 sajnos már időközben elhallgatott) – ezekben az években, évtizedekben haladnak át a Naprendszert és a galaxismagunk rendszerét, azaz a csillagközi teret elválasztó, átmeneti zónán. Mivel ma már tudjuk, hogy a Föld magaslégkörének elhatárolódása a bolygóközi tértől milyen fontos az élet fennmaradása szempontjából, különös figyelemmel fordulunk a Nap és a csillagközi tér határának adatai felé. Egyrészt azért, mert fontos lehet még a földi élet megmaradása szempontjából is, másrészt mert e szondák máris mértek olyan váratlan, úgymond anomalisztikus adatokat, amelyek megértése biztosan előrelépést jelent majd a tudományban, s amire földi laboratóriumban nem lehetett volna rátalálni semmi módon. Mindezeket kiegészítik a Naprendszer kis objektumait, üstökösöket, kisbolygókat kutató űrszondák, amelyek esetenként anyagmintát is képesek visszahozni a Földre ezekből a mai vélekedésünk szerint a Naprendszerrel együtt keletkezett objektumokból.

d) *Élet egy csillag szomszédságában.*

Az eddig elmondottak (1.4 pont), azaz az így elvégzett és futó kutatás alapján világossá vált, hogy a Föld állapota és a földi élet, a bioszféra és benne a civilizációnk közvetlen összefüggésben van a kozmikus környezetével. Ennek kapcsán azt már tudjuk, s e tudás eredete ősi, csak megerősödött, hogy a Nap nevű csillag nélkül nem létezhetne, nem működhetne bioszféra, élővilág bolygónkon. Maga a Föld a Nap keletkezése során, illetve után, annak egyik következményeként jött létre, s ha megfelelő mennyiségű és összetételű légköre és kellően és csak annyira sós vize van, akkor létezhet rajta élet, amelynek a működéséhez a Nap szolgáltatja a szükséges energiát (lásd a fotoszintézist).

De amióta – és e tudásunk valójában újkeletű, azóta alakul és bővül –, a vélekedéseink helyébe az Explorer-1 sugárzásmérő GM-csőve elkezdte mérni a sugárzási övek létét, azt is egyre pontosabban látjuk, hogy a Nap, azaz egy csillag a közelünkben halálos veszély. Hiszen

a nagyenergiájú részecske-sugárzások, amelyek a Napból jönnek – regulárisan a napszélben, s időnként a napkitörésekben sokkal nagyobb intenzitással –, valamint a Nap ultraibolya, röntgen és gamma sugárzása és az alacsony frekvenciájú – azaz az ULF-VLF-től a rövid hullámokig terjedő – sugárzása közvetlenül veszélyezteti az életet és szétverné a szénláncot, amiből állunk, illetve összezavarná a működési ritmusainkat (gondoljanak az EKG-ra, EEG-re stb.). Ezek bármelyike a bioszféra összeomlását, megszűnését eredményezné, ha a Föld különleges állapota, mágneses tere, légköre és magaslégkörének sűrűsége, különleges összetétele és szerkezete stb. meg nem védene bennünket mindezekről.

Mindezek okán az elmúlt években elsőrendű, kiemelt programmá vált a Föld és a Nap különös szimbiózisának kutatása, amely során ennek mibenléte és a kölcsönhatás pontos működésének megismerése a cél. E kiemelt program neve a már említett „Élet egy csillag szomszédságában”. Várható, hogy e nagy program minimum a következő évtizedet meghatározóan kitölti. Ugyanis ennek megértéséhez nemcsak a műholdas, illetve a bolygóközi szondás (bolygóközi tér és más bolygók kutatása), de az emberes űrrepülések és a csillagközi tér, a csillagászati kutatások is kellene. E nagy program az űrkutatási tevékenység integráló gerincvonalata lett. Már elkezdődött az e területet is felölő űrszolgálat felállítására is (lásd a 4. részben).

e) *Az ember űrrepülése – űrhajók, űrállomások, űrtelepek* –, mint azt az előzőekben már láttuk, nélkülözhetetlen az űrkutatási, űrhasznosítási céljaink megvalósításához, s az előbb tárgyalt célok elérése mellett a gyógyászati eljárások, az egészségügy fejlődésében is mással nem helyettesíthető, kardinális szerepe van. (Ilyen például a csontritkulás vizsgálata és kezelési módszereinek fejlesztése az űrben, mivel a súlytalanságba felérve az űrhajósok szervezetében azonnal megkezdődik a kalcium gyors kiépülése. A visszatérésükhöz meg kell oldani, hogy e folyamat ne tegye őket „törékennyé” – így ma már elég jól lehet kezelni a csontritkulást, s a folyamatot is sokkal jobban és pontosabban ismerjük, mint korábban, csak a Földön vizsgálódva.)

Ugyanakkor az ember űrrepülése a tömegtájékoztatás figyelmét is élvezi, bár változó mértékben, szemben az űrtevéenység többi területével. Így a közvélemény szemében az egész űrtevéenység csak űrrepülésekből és távoli bolygók, csillagok vizsgálgatásából áll, ami a társadalom szemében az űr kutatását érdekes, de a napi élettől távol eső, nem nélkülözhetetlen, egyfajta luxusként jeleníti meg. E kép pedig destabilizálja a ráfordításokat, pedig fontossága ellenére e téren különösen nagy a ráfordítás elégtelensége, illetve a társadalmi, azaz közteherviselési ráfordítás bizonytalansága, erős fluktuációja. Ennek egyik oka a döntéshozók választási ciklushoz igazodó szemlélete, a másik a társadalmi és egyidejű döntéshozói teljes tájékoztatatlanság mind a teljes űrtevéenység, mind az űrrepülés jelentőségéről. A legrosszabb a helyzet e szempontból az USA-ban és az EU-ban, ESA-ban.

Az USA-ban ennek következtében az évtizedes mulasztással oda jutottak, hogy az űrrepülőgépek élettartama miatt azok repültetésének elkerülhetetlen leállítása után a világ két legerősebb űrhatalmának egyike várhatóan hosszabb ideig – de remélhetően nem végleg –, nem tud űrhajót indítani. A Bush-kormányzat ugyan végül rádöbbsent a helyzet tarthatatlanságára, hiszen ez akár az állam teljes technológiai lemaradásának a kezdete is lehet és meghirdette – a Holdra visszatéréssel és a Marsra eljutatással, mint valóban nagyon fontos végcéljal – az új űrhajó és hordozórakéta-generáció kifejlesztését, de ezt az Obama-kormányzat már felülvizsgálja, így bizonytalan a végkifejlet. Azonban a legjobb esetben is két következménnyel már elkerülhetetlenül számolni kell: egyrészt az USA még évekig bizonyosan nem tud saját űrhajón saját űrhajóst a világűrbe juttatni, aminek – mint ez köztudott – még biztonságpolitikai destabilizációs hatása is lehet Földünkre; másrészt az új űrhajótípus nem jelent technológiai-mérnöki érdemi előre lépést. Annak idején az űrrepülőgépek minőségileg új, kiváló űrhajótípusként léptek szolgálatba, s megnyitották az utat a polgári repüléshez közelítő űrhajózás felé. Ennek folytatása [3] az egy lépcsővel a világűrbe, az SSTO (Single Stage To Orbit) lett volna, nem pedig egy „felnagyított Apollo-kabin”, amit most rohamléptekkel fejlesztenek, hacsak a program nem áll le. Vagyis az USA technológiailag visszafele lépked, pillanatnyilag két okból: mert döntéshozói, elfelejtve, hogy a késlekedő döntés is döntés, még hozzá biztosan rossz döntés, így elkéstek a program indításával, s mert nem fordítanak a szükséges mértékben pénzt a kutatás-fejlesztésre. (Ne feledjük, hogy a GDP százalékában nézve nagyságrendileg többet fordítanak K+F-re, mint azt hazánk döntéshozói teszik. Nálunk ennél sokkal rosszabb a helyzet.)

Az ESA-EU, azaz Európa más típusú hibát követett el. Ahogyan évtizedekkel ezelőtt rosszul mérték fel a navigációs-helymeghatározási (azaz GPS-típusú) műholdrendszerek jelentőségét, valamint biztonsági és K+F hatását, ugyanígy – azt pusztán presztizskérdésnek minősítve – lényegtelennek ítélték az ember közvetlen kilépését a Földről az űrbe, és a „csak robotokkal kell űrkutatni”-elvet hirdető szakértők álláspontját fogadták el. Ráadásul ez akkor olcsóbbnak is tűnt, csak most fizeti már Európa e döntés árát, sokkal többet, mint amit akkor megtakarítottak és helyette különféle, rövid távú célokra fordítottak. Ezért ma az ESA és az EU az űrhajósait csak mások – rövidesen már csak az oroszok – űrhajóival tudják felvitetni az űrbe. Pedig fontos teendők volnának, ma még csak a Nemzetközi Űrállomáson (ISS), amelynek európai modulja is van, s ott mind biológiai, mind anyagtechnológiai, mind fizikai és geofizikai kísérletek futnak. Ha nem tudunk változtatni e helyzeten, akkor Európa lemarad a nemzetközi gazdasági versenyben, ahol ez először az életszínvonalat érinti, majd az adott közösség pusztá fennmaradását is.

A helyzetet orvoslandó az ESA már sikeresen kifejlesztett egy teherszállító űrhajót az ISS ellátásához. Azonban a folytatás még a döntéshozók kezében van. Oroszország a Szovjetunió megszűnésével szükségképpen ve-

lejáró megrázkódtatás után intenzív K+F politikát indított, aminek része az űrtechnika-űrtechnológia fejlesztése is. Miközben a Szojuz űrhajók mai, fejlett változatai stabilan biztosítják az ISS üzemét, elkezdtek egy új űrhajótípus kidolgozását is. Nem zárható ki – bár még a sarkalatos döntések előtt vagyunk –, hogy az orosz kollégák az űrrepülésben technológiailag is előrelépést jelentő megoldásokat valósítanak meg. Ugyanis a jelenlegi Szojuzok stabilitása következtében nincsenek időkényszerben. Eközben az új „űrhatalmak” is elkezdtek az űrrepülés megvalósításának vizsgálatát, sőt Kína már sikeresen fejlesztett mind űrhajót, mind kapcsolódó technikákat (űrséták megvalósítása, űrállomás építésére felkészülés, Hold-repülésre felkészülés stb.).

Összegezve, az világossá vált – elsősorban az ISS-sel szerzett tapasztalatok alapján –, hogy az ember folyamatos űrbeli jelenlétéhez a legjobb út a szoros nemzetközi együttműködés, a feladatok együttes megoldása. Ez azonban nem zárja ki, hogy azok, akik ebből kimaradnak és nem vesznek részt az űrrepülésben, azok a technológiai fejlődésben és biztonságpolitikailag is lemaradnak, viselve annak összes konzekvenciáját. Az sem kizárt, hogy rendkívüli erőfeszítéssel egyetlen ország vagy valamely régió magányosan érjen el komoly eredményeket, megkísérelve aztán az ebben elért pozíció földi, hatalmi-gazdasági pozícióra váltását, ami nagyon veszélyes fejlemény lehet. Ez különösen az ember Holdra visszatérése során okozhat gondot, míg a teljes nemzetközi kooperációban megvalósuló Hold-állomás (űrtelep) létesítés, majd Marsra repülés közvetett és közvetlen hatásai érdemben segítenék földi gondjaink megoldását. (Illusztrációként ezen állításhoz gondoljunk csak arra, hogy az Apollo programban használt holdautó sem a gyártása, sem az üzeme során nem környezetszennyező, s egyáltalán nem fogyaszt szénhidrogéneket.) E terület bizonytalanságai jól tükrözik a földi globális emberi társadalom növekvő bizonytalanságait.

f) Távoli utakon.

Az előző helyzetkép [3] készítése idején vált nyilvánvalóvá; az emberiség talált egy reális technikai lehetőséget arra, hogy a szomszédos csillagokat, azok környezetét, esetleges bolygórendszerét műszereinkkel, azaz kutató robotjainkkal elérjük, közvetlenül is vizsgálhassuk. Senki ne essen megegyeszer abba a hibába, amibe az űrkutatás megszületésekor az akadémiák és szakértői csoportok mind beleestek, nevezetesen azt hitték, hogy a Földet ismerjük, azon már nincs mit kutatni, s ezért az első kutató-műhold az Explorer-1 lett (1958. február 1.), a Van Allen övek, a sugárzási övek felfedezésével pedig megkezdődött az addigi Föld-képünk teljes átalakulása...

Ma is gondolhatnánk, hogy nincs semmi kutatandó egy másik csillag környezetében, amiért oda műszert lenne érdemes küldeni. De amiért mégis érdemes oda küldeni automatáinkat, az éppen az, amit nem ismerünk, amiről fogalmunk sincs, s így eszünkbe sem jut. Az új ismeret pedig a legfontosabb, amire az emberiségnek szüksége van. Az úgynevezett napvitorlás pedig, amelyik a

Nap fényének nyomása segítségével akár a fénysebesség néhány tizedére is fel tud gyorsulni, pár évtized alatt el tud jutni a legközelebbi csillagokig, s a mért adatokat onnan haza tudja küldeni. Ráadásul ez a technológia alkalmas arra is, hogy a természetes (tehetetlenségi) geoszinkron pálya mellett – vagy akár annak közelében is – a Földről helyben állni látszó műholdakat telepítsünk, kielégítve a geoszinkron pálya használata iránti, még mindig rohamosan növekvő igényt. Az első napvitorlás a pályára állítás közben megsemmisült a hordozórakéta hibája miatt, de várhatóan újabb kísérlet követi majd, s annak eredményétől függően megkezdődhet a nem tehetetlenségi pályák alkalmazása is a földi igények kielégítésére, miközben elindulhat az első csillagközi szonda is. A lehetőség adott.

A civilizációnk fennmaradásához és fejlődéséhez szükséges új ismereteket az űrkutatás-űrtechnika mind jelenleg, mind a belátható jövőben képes lesz megszerezni és az emberiség rendelkezésére bocsájtani.

(Folytatás a következő számunkban)

A szerzőről



FERENCZ CSABA 1941-ben született Csíksomlyón. A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki diplomát 1964-ben, majd 1964-1968 között a BME-n volt tanársegéd. 1968-1982 között az űrkutatási Kormánybizottság titkárságán, majd a jogutód MTA Interkozmosz Tanács titkárságán volt önálló csoportvezető, illetve osztályvezető. 1982-2002 között tudományos tanácsadó az MTA-n, az ELTE-re kihelyezve, majd egyetemi magántanár és 2002-től az ELTE tanácsadója. 1968-ban szerzett dr. techn. fokozatot (aranyúrrúval) a BME-n, 1972-től kandidátus, majd 1981-ben a tudomány doktora az MTA-n, doctor habilis (1995) és magántanár (1996) a BME-n, majd a BME tiszteleti tanára (2002). A New York Academy of Sciences (1995) és a Magyar Mérnökakadémia (1996) tagja. Euromérnök Eur. Ing. FEANI (1996), az URSI, az MTA TRB és az URSI MNB tagja. Az űrkutatási Tudományos Tanács és a Magyar űrkutatási Tanács tagja. Tanít és kutat, szakterületei az elektromágneses hullámterjedés, a műholdas távérzékelés és űreszközök fedélzeti műszereinek tervezése. Az „Űrkutatás és gyakorlati alkalmazásai”, az „Elektromágneses hullámterjedés”, a „Műholdas távérzékelés” és a „Globális változások” című tantárgyakat tanítja az ELTE-n és a BME-n. 1961-től létrehozta a komplex űrkutatást Magyarországon, 1965-től a műholdak követésével, 1966-ban a meteorológiai APT képek vételével, 1968-ban műholdas transzocéániai rádióátvitellel. Társaival kifejlesztette az első hazai műholdas műszert, ami 1974-ben az IK-12-ön repült. Részt vett az első magyar űrhajós tudományos programja megvalósításában. Új eljárásokat fejlesztett ki az elektromágneses hullámterjedésben és távérzékelésben. Több, mint 300 publikációja van.

Irodalom

- [1] Ferencz Cs. (1977):
A híradástechnikát is érintő tendenciák az űrkutatásban;
Híradástechnika, XXVIII, pp.129–136.
- [2] Ferencz Cs. (1985):
Az űrkutatás helyzete és trendje;
Híradástechnika, XXXVI, pp.529–543.
- [3] Ferencz Cs. (1998):
Az űrkutatás helyzete és trendje;
Magyar Űrkutatás 1997,
Magyar Űrkutatási Iroda, Budapest.
- [4] Ferencz Cs. (2005):
With or without space activity;
First IAA Conf. on „Impact of Space on Society”,
Budapest, 17-19 March 2005.
- [5] Vértes L. (1965):
“Lunar Calendar”
from the Hungarian Upper Paleolithic;
Science, 149, pp.855–856.
- [6] Hoyle F. (1978):
Stonehenge-től a modern kozmológiáig;
„Gyorsuló Idő” sorozat, Magvető Kiadó, Budapest.
- [7] Ferencz Cs. (2009):
Űrtan, Az űrkutatás és gyakorlati alkalmazásai;
ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- [8] Clarke A.C. (1968):
A jövő körvonalai. Hol kezdődik a lehetetlen?;
Gondolat Kiadó, Budapest.
- [9] Baade F. (1961):
Versenyfutás a 2000-ik évig;
Gondolat Kiadó, Budapest.
- [10] Lovelock J.E. (1979):
GAIA, a new look at life on Earth;
Oxford University Press, Oxford.
- [11] Barrow J.D. and Tipler F.J. (1986):
The Anthropic Cosmological Principle;
Oxford University Press, Oxford.
- [12] Avanesov G.A. (1996):
Fundamental problems of Earth research from space;
Russian Space Bulletin, Vol. 3, No. 4, pp.9–12.
- [13] Groswald L. (2009):
A day without space:
Our uses of and dependence on space assets;
Space Research Today, COSPAR’s Inform. Bulletin,
No. 174, pp.3–4.
- [14] Covault C. (2006):
Victoria’s secret;
Aviation Week & Space Technology,
Vol. 165, No. 13, pp.24–27.