

Ferencz Csaba

## Úrtevékenységi helyzetkép\*

---

*A tanulmány a világban folyó úrtevékenység helyzetét és a következő években várható változásait tekinti át, leginkább a békés célú űrkutatásra és alkalmazásokra koncentrálva. A teljes világgazdaság és az egész civilizáció e különösen fontos tényezőjének szerepe a jövőben erősödni fog. A tanulmány röviden kitér a magyar úrtevékenység helyzetére is.*

---

Mottó: Csak az a vég! Csak azt tudnám feledni!  
(Madách)

### Bevezető áttekintés

Eddigi tapasztalataink szerint évtizedenként egyszer mindenképpen indokolt űrkutatási helyzetképet készíteni. Egyben tanulságos a két előző helyzetképet [1, 2] is megnézni az újjal együtt. Láthatjuk, hogy három évtizeddel ezelőtt az éppen megindult űrkutatás lényeges, új ismeretek forrása és már akkor is a történelmet is befolyásoló jelenség volt. Két évtizede már, az egyes országok (kormányaik, parlamentjeik és társadalmuk) megértési szintjétől függetlenül, az űrkutatás a földi civilizációt egyre mélyebben átfogó és átformáló, *lényeges* emberi tevékenységnek mutatkozott, amelynek civilizációnkba beépülése sokoldalú és megállíthatatlan. Akkor már látszott, hogy e tendenciáktól elszakadás a társadalmi versenyképességet és fennmaradási készséget veszélyezteti. Egy évtizede ez már megvalósult állapot volt. Ugyanakkor kirajzolódott, hogy a globális változások *globális válság* jegeit mutatják, s ennek remélhető kezelésében, valamint a teljes civilizáció működtetésében az űrkutatás—úrtevékenység *meghatározó* tényező, amely nélkül nemcsak az emberiség általában nem létezhet a változó körülmények között, hanem az egyes országok sem képesek működni az úrtevékenység igénybevétele nélkül. Mára ez az előrejelzés

\* Az MTA Távközlési Rendszerek Bizottsága által megvitatott helyzetkép kivonata.

már részben túlhaladott, az ürtevékenység az elmúlt évtized második felére a lényegét tekintve megfelelt ezen előrejelzésnek. Ma a globális változások nyilvánvalóak, s egyértelműen súlyos globális válságra mutatnak. A Földre zárt társadalom e véges bolygón a saját maga által részben szükségszerűen, részben szükségtelenül keltett hatásaival megváltoztatta bolygónk működését, s ennek következményei egyre nagyobb zavarokat okoznak (pl. [3]). Eközben az *ürtevékenység — új diszciplínaként — alapvető civilizációs tényezővé vált!* A korábbi ún. ürkutatói-alkalmazási területek mindegyike ma már üripari háttérrel rendelkezve alapvető vagy meghatározó szakmai és gazdasági tényezőként beépült civilizációnk korábbi tevékenységi területeibe. A folyamat, amely az elérhetetlen kutatásával indult, rendkívüli sebességgel az egyes emberek mindennapi életét sokoldalúan átszövő és meghatározó, megszokottan jelenlévő háttérre alakult. Továbbá e tevékenységünk kutatási eredményei a Naprendszer működése megértésének részeként a Föld működésének jobb megértéséhez is vezettek. Összegezve mondhatjuk, hogy az ürtevékenység jelenleg az egész civilizáció mélységében átszövő ipari-gazdasági tényezővé és komplex szolgáltatások rendszerévé alakul, megállíthatatlanul.

## A civilizációt átszövő ürtevékenység

Mind az új ismeretek megszerzése, mind a gyakorlati-gazdasági hasznosulás alapvetően függ a szervezeti formáktól. Ezért először e kérdéskört tekintjük át, hiszen a kialakult helyzetet átgondolva beláthatjuk, hogy annak konklúziói a tudomány és gazdaság más területein is hasznosak. A Földön lezajlott változások, valamint az ürkutatói és általános ürtevékenység feladatai és céljai léptékváltása, s felhalmozódott tapasztalatai következtében átalakul az egész ürtevékenység szervezési rendszere. Azt mondhatjuk, hogy kikristályosodottnak tekinthető az ürtevékenység országokon belüli leghatékonyabb működtetési módja, s eközben felgyorsult és intézményesül a nemzetközi kooperáció, a globális és nagyobb regionális integrálódás. Szervezetről, szervezésről beszélve gondosan meg kell különböztetni a K+F területeket és a már önállóan működő piaci-alkalmazási területeket.

### *Az ürtevékenység szervezeti-működési szabályozása*

Az ür-K+F területek mind nemzeti, mind nemzetközi téren érdemi állami, illetve nemzetközi szervezeti felügyelet mellett, állami, illetve nemzetközi központi tevékenységként, állami-nemzetközi finanszírozással működnek. A nyereséges piaci-alkalmazási tevékenység és a szorosan ahhoz kapcsolódó K+F pedig a szokásos piaci körülmények között a szabadpiacon megszokottól el nem térő szabályozás mellett és egyéb feltételek között folyik, egyre élesebb versenyben. Az állami irányítás alatt folyó úgynevezett központi K+F ürtevékenység bevált irányítási szervezeti formája, ami ma a legtöbb országban a lényegét tekintve azonos, a következő: Közvetlenül az adott ország kormánya vagy parlamentje alá rendelve ür-ügynökség, ür-hivatal vagy ür-iroda működik elkülönített és a parlament által ellenőrzött költségvetéssel. Ez koordinálja, irányítja az ürtevékenységet, pontosabban annak az adott ország költségvetése, központi K+F alapjai bázisán működő intézményeit, az ott, ezen ügynökség—hivatal—iroda tudományos-technikai döntési fóruma által elfogadott programjait.

A nemzetközi szervezeti irányításra ma (még csak) egyetlen jól működő példa van, az Európai Űrügynökség (European Space Agency), az ESA. — Az Interkozmosz alapvetően rossz szervezeti és gazdasági kialakítása következtében a '89—90-es társadalmi-politikai fordulatot nem élte túl, pedig politikai szándék nem játszott közre a megszűnésében. Viszont sem az Interkozmosz egésze, sem az ún. nemzeti tanácsai stb. nem feleltek meg a korszerű működőképesség követelményeinek. Az ESA nem az Európai Unió (EU) része, azaz tagjai nemcsak EU tagok lehetnek, de mégis az integrálódó Európa közös űrügynöksége. Működését a tagországok (elsősorban többségben az EU tagországai) megbizottáiból álló miniszteri tanács felügyeli. Működése gazdasági bázisát a tagok által befizetett pénzek (tagdíjak) adják, amely pénzek aztán az ESA programjainak megvalósítása során megrendelések formájában visszafolynak az országok űr-ipari és kutatási cégeihez, intézményeihez. (Vagyis a tagoknak rendelkezniük kell korszerű űriparral stb. a méretükhöz igazodó szinten. Enélkül az európai integráció ezen a téren nem lehetséges.) Az ESA tudományos, technikai, innovációs vezető testületei önállóan működnek. Különösen jelentős, nagy anyagi kihatású stb. programok esetén a felügyelő miniszteri tanács vagy egy-egy tagország az adott program megvalósítása vagy elvetése ügyében természetesen érdemben szót emelhet. Igen fontos, hogy sem az ESA-tagság, sem előfokozatai nem adnak lehetőséget arra, hogy az egyes nemzeti kormányok folyamatosan közvetlenül beavatkozzanak a programok megvalósításába és a pénzek felhasználásába. Ez az ESA jó működésének egyik legfontosabb biztosítója. (Az ezzel ellentétes működési mód volt az Interkozmosz elmúlásának egyik fontos oka.) Érdemes felfigyelni arra, hogy a jó nemzetközi és a nemzeti-országos szervezési mód az űrtevékenység esetében lényegét tekintve azonos.

### *Az űrtevékenység alapvető gazdasági tényező*

Az űrtevékenység gazdaságba integrálódása megtörtént. Ma már több területen az űrszegmens meghatározóvá, uralkodóvá válása zajlik. Az űrpar jelentősége az egyes nemzetgazdaságokon belül (s ezért az Európai Unión belül is) megnőtt. Az űrpar a kezdeti biztonsági-honvédelmi jellegét végleg elvesztette, s éles gazdasági verseny alakult ki e téren. Természetesen az űrtevékenységnek ma is vannak fontos biztonsági, védelmi stb. területei, de az űrtevékenység egésze nem honvédelem, nem is alap kutatás, hanem egy új diszciplínára épülő, a jelen és különösen a jövő meghatározó ipari-szolgáltatási versenyszférája. Ma már egy-egy űreszköz felvitele a világűrbe nem a korábbi bipoláris világ főszereplőinek képesség-demonstrációja, hanem komoly ár- és garanciális verseny mellett folyó szolgáltatás, amelynek fő résztvevői ma az USA, az ESA (!), Oroszország, Ukrajna, Kína és Japán. Mivel a szükséges startok száma, azaz a piaci igény megnőtt, s gyorsan nő tovább, a verseny nagy. (Jellemző, hogy amerikai cégek műholdjaik pályára szállítását nagyon sok esetben nem a NASA-tól, hanem pl. az ukránoktól vagy az ESA-tól rendelik meg.) Ennek következtében rendkívül kiélezett verseny indult meg a start-költségek csökkentése terén. Különösen érdekes az ESA országaiban megfigyelhető fejlődés. A szállító eszközök, rakéták gyártása terén a fejlesztési és ipari integráció már régen megtörtént. A nagy és megbízható hordozórakéták gyártása ugyanis mind a fejlesztésben, mind a gyártásban, mind a szükséges befektetések biztosításában olyan nagy feladatot jelentett és jelent, amelyet a legnagyobb tagországok (Nagy-Britannia, Franciaország, Németország, Olaszország) sem tudtak egyedül meg-

oldani. Azonban az egyéb űripari területeken eddig érdemi integráció nem zajlott le. A gyorsan éleződő piaci verseny Európában gyors űripari egyesülési folyamatot indított meg. Ez az egyesülés növeli az európaiak versenyképességét. A növekedés látványos, hiszen az 1989-es kb. 0,5 milliárd \$-os termelési érték 1996-ra meghaladta az 1 milliárd \$-t, s az egyesülés után az új cég Nagy-Britanniában, Franciaországban és Németországban kb. 8000 embert foglalkoztatva több mint 2 milliárd \$-os termelést produkál. Emellett jellemző az USA és az EU űriparának összehasonlítása is. 1991-ben az európai űripar össztermelése 2,5—3 milliárd \$ volt, míg az Egyesült Államok űriparáé min. 22—24 milliárd \$, több, mint tízszerese az európainak. (E becslésnél az európaival összevethető területeket tekintették, az USA űriparát alulbecsülték. A számok a nagyobb részt képviselő űrszolgáltatásokat nem tartalmazzák!)

A verseny további következménye, hogy a gyártás gazdaságossága és a termék- (műhold- stb.) ár lényeges, sok esetben meghatározó szemponttá vált. Ez már a központi (NASA, ESA stb.) K+F esetében is érezteti a hatását. Például az ESA fejlesztési rendszerében a fő szempontok: költségcsökkentés és gazdasági (pl. gyártási) hatások, technikai-technológiai színvonal, a hasznosítási és az űrtevékenységből származó előnyök növekedése. A piacon kirajzolódott a következő évek néhány domináns alkalmazási területe, összhangban a korábbi helyzetképpen leirtakkal [2]. Ezek: hirközlés, helymeghatározás és távérzékelés. Az űrbeli gyártás, elsősorban a nagy űrállomás építésének késedelmes kezdése következtében, önmagában még nem meghatározó gazdasági tényező. (Természetesen mindezen alkalmazások szakmai-fejlesztési háttérében az űrkutatás eredményei a meghatározóak, s maradnak is. Vagyis a kutatás nélkül a robbanásszerűen bővülő alkalmazás sem tud fejlődni.) Az árverseny kikényszeríti a műholdak alaprendszerének szabványosítását. Ennek első lépéseként az egyes gyártók saját szabványosított megoldásokat vezetnek be. A korábban megindult folyamatok mára az űr-gazdaság, illetve űr-üzlet rendkívül gyors növekedését hozták. A következő évtizedben ez a teljes üzletág gazdasági súlyát tekintve nagyon megerősödik! Ugyanakkor az ún. űrnagyhatalmak (USA, Oroszország, az EU első tizenkét tagja, Japán, Kína, Ukrajna) és az űrtechnika által látványosan érintett, azaz nélküle üzemképtelenné váló országok (pl. India) kivételével a gazdaságpolitika és a gazdaság vezető személyei és csoportjai nem is követik e folyamatokat, azaz nem tudnak minderről, aminek következtében megnőtt ezen országok gazdasági, technológiai és infrastrukturális visszaesésének veszélye. A következő évtizedben ugyanis, elsősorban a globális információs társadalom piaci igényei következtében, e terület gazdasági súlya várhatóan megtízszereződik; és ez nem a kormányzati, hanem a szabadpiaci felhasználói igények növekedése következtében áll elő. Fontos az is, hogy az érintett területek éppen azok, amelyekben az űrtevékenység megléte a gazdasági-társadalmi működés alapelemévé vált, így lassan kardinális értékke alakul, azaz mással nem helyettesíthető és pénzen meg nem váltható. Ma a kardinalitás még csak a szolgáltatások egy részénél, illetve a Föld egyes, infrastrukturálisan rosszul ellátott, illetve nagyon fejlett részein alakult ki, de a jövőben általánossá válik.

### Összegzés

A jelenlegi változások meghatározója a globális geopolitikai helyzet alapvető megváltozása, ami nem tévesztendő össze valamely utópiával. Ez nagyon bizonytalan, veszélyes is, de az űrtevékenységet és a kapcsolódó ipari-szolgáltatási

tevékenységet alapvetően befolyásolta és befolyásolja, mint ahogy ezen geopolitikai változások létrejöttében az űrtechnika és űrkutatás lényeges szerepet játszott és játszik. Megnőtt és felgyorsult az ipari-gazdasági globalizáció, ami hasonló jellegű szolgáltatási igények megjelenésével járt. Ezt erősíti sok korlátozás eltűnése. A technológiai fejlődés általában is a globális információs társadalom megszületését tette lehetővé, ennek alappillérei valóban nélkülözhetetlenek, s űrtevékenység nélkül ez a változás egyszerűen nem tud végbe-menni. A globális információs társadalom űrszolgáltatásokkal működik csak.

A következő időszakban az ember visszatér a Holdra, mégpedig állandó űrtelepet létrehozva, majd üzemeltetve, elindul a Marsra, és a nem nagyon távoli jövőben automatáink a napsugárzás szárnyain vitorlázva elindulnak a legközelebi csillag felé is. A majdani Mars-bázis megszületése a következő évtizeden túl esik időben, de a Hold-bázisé várhatóan nem, s szükség is van rá. Csak azért nem vehetjük biztosra a megszületését, mert a jelenlegi döntéshozatali mechanizmus világszerte — bizottsági struktúrájából adódóan — nem tud zseniális lenni. Így könnyen érvényesülnek olyan hangzatos tévtanok, mint pl. F. Baade egykori állítása [4]: Feladatunk nem az, hogy más bolygókat hódítsunk meg, hanem az, hogy a saját bolygónkon teremtsünk rendet... Ma már tudjuk, hogy az űrtevékenység nélkül nemcsak a földi problémákat nem tudnánk megoldani, hanem a megbízható felderítés hiánya miatt a több robbanófejes rakéták megjelenése után átestünk volna a harmadik világháborún. Az űrtevékenység megállíthatatlan áttörése szerencsére útját állta Baade és sok más rövidlátó személy nézetei érvényesülésének, de arra nincs garancia, hogy most és a jövőben ne szülessenek a szükséges fejlődést érdemben lassító döntések, mint amilyen például 1972-ben az Apollo holdrepüléseket leállító amerikai kongresszusi döntés volt. Márpedig a világ mai helyzetében a szűk-ségtelen késlekedés több, mint bűn. Az időben meghozott jó kormányzati döntések következtében pl. India intenzív űrtevékenységet folytat, használja az eredményeket, s alapvetően ezen eredményekre (hírközlés, távérzékelés) támaszkodva az éhinség felszámolása mellett megduplázta az ország lakosságát, ami nemcsak az előregedés és összeomlás elkerülését jelenti, hanem nem kellett legyilkolniok sem magzatokat, sem gyermekeket, sem öregeket különféle módszerekkel. Arra azonban nincs garancia, hogy a lehetőségekkel az emberiség egészében akar-e vagy tud-e élni.

## Az űrkutatás

### *A kutatás technikai fejlődése*

A kutatási tevékenység technikája az utóbbi két évtizedben a lényegét, a kezdeti évtized alatt kialakult nagyfokú integráltságot, a berendezés- és műszer-építési technológia fő vonalait tekintve a napi műhold- és űreszköz-készítési technikában nem változott. Azonban az utóbbi években újabb érdemi technológiai áttörést jelentő fejlesztések zajlottak és zajlanak az űrkutató intézményekben (pl. a NASA Goddard Space Flight Centerben), amelyek következtében a kutatóeszközök érdemben átalakulnak. A már deklarált cél: kisebbet, gyorsabban, olcsóbban. Mindez átalakítja a közeljövő űrkutató eszközeit. A folyamat megállíthatatlan, s hatása rövidesen a köznapi élet (ipar, szolgáltatás, háztartás,

szórakozás stb.) elektronikai és mechanikai eszközeiben is megjelenik, további lényeges méret- és súly-, s valamennyi energiafogyasztás-csökkenést hozva.

Mindezek következtében a műholdak zöme kis műhold lesz, néhány kilóstól a néhány száz kilósig. A mini- és nano-műholdak terjedése a kutatási és rövidesen a szolgáltatási feladatok megoldását olcsóbbá teszi. Az is világos, már megindult folyamat — lásd a Marsot kutató aktuális programok szondáit, hogy a Naprendszer kutatásában a bolygóközi szondák és más bolygókat kutató szondák mérete drasztikusan lecsökken. Ugyanakkor az emberes expedíciók esetében, mind a Föld körüli küldetésekből (űrhajók, űrrepülőgépek, űrállomás), mind a várható újabb távolabbi utazásokban (Hold-expedíció, Hold-bázis, Mars-repülés) az embert kiszolgáló egységek meghatározóak lévén, a miniatürizálás előretörési üteme valamivel lassúbb lesz, az űrhajósok kezének, illetve kesztyűjének mérete korlátozza egyes eszközök külső méretének csökkentését, hiszen az űrhajósoknak tudniuk kell fogni, de a miniatürizálás sok vonatkozásban megnöveli az űrhajók-űrbázisok komplexitását, szolgáltatási képességét, a fedélzeti számítástechnika és automatizálás lehetőségeit. Vagyis valódi, nagy-jelentőségű technológiai áttörés kezdődött meg.

Mivel azonban több olyan feladat van, amely e kis eszközökkel jól és megbízhatóan nem oldható meg, a jövőben is számolni kell nagyméretű, speciális műholdak és bolygóközi szondák jelenlétével. A Naprendszer távolabbi területeit feltáró missziók esetében további alapvető technológiai követelmény a nagyon hosszú működési élettartam biztosítása, hiszen a repülési idő ezekben az esetekben több tíz év. Utóbbi esetekben a technikai követelmények mellett hasonló súlyú probléma, hogy a hosszú évtizedek alatt megmarad-e az emberiség és a kutatói közösség érdeklődése egy-egy misszió iránt. Ha nem, az a civilizációt veszélyeztető fejlemény, mert gátja lesz civilizációnk új ismeretekhez jutásának.

### *A kutatás várható fő irányai*

A kutatás legfőbb iránya továbbra is a Naprendszer és benne a Föld kutatása, tulajdonságainak feltárása, létrejöttének és működésének megértése. Az elmúlt évtizedek alatt részletesebben megvizsgáltuk a Holdat, a Marsot; folyamatosan vizsgáltuk és vizsgáljuk a Napot; vizsgáltuk néhányszor, illetve legalább egyszer az összes bolygót, a Plútó kivételével; sikeresen megkezdődött és folytatódik az üstökösök közvetlen, in situ vizsgálata; két Pioneer és két Voyager szonda közeledik a Naprendszer határához. Ismereteink a Naprendszer egészéről egyre részletesebbek, így a Föld működése és az életünk szempontjából oly fontos sajátosságai is egyre jobb összehasonlítási alapon vizsgálhatók. Ma már sok eredmény teszi nyilvánvalóvá biológiai és társadalmi-gazdasági (!) életünk soktényezős kapcsolódását a Nap, a bolygóközi tér, a Naprendszer állapotához. Összességében is azt mondhatjuk, hogy bár szerzeágazónak és a Földtől sokszor távolra vezetőnek látszanak az űrkutatás egyes missziói, mégis alapvetően a földi élet és a civilizációt hordozó emberi társadalom működésének és megmaradási feltételeinek jobb megértése a végső cél, amit az űrkutatás elmúlt fél évszázada összes eredményeivel támaszt alá.

A célok kibontva tehát a következők: A Föld komplex kutatása, beleértve az űrtevékenység gyakorlati használatához szükséges alapkutatásokat is, valamint a globális változások vizsgálatát, a globális válság pontosabb megismerését és elhárítási lehetőségei feltárását is. A másik nagy terület a Naprendszer felfedezésének folytatása, beleértve a Nap kutatását, a bolygóközi tér vizsgálatát

és a Föld állapotát is befolyásoló állapotok előrejelzési módszereinek kialakítását, valamint a bolygók és holdak kutatását. Mindkét területen kiemelt szerepe van a biológiai, exo-biológiai kutatásoknak, beleértve a földi élőlények, különösen az ember szervezete viselkedésének gyógyíthatóságának jobb megismerését, kihasználva az űr rendkívüli körülményei (súlytalanság stb.) közötti vizsgálatok pótolhatatlan lehetőségeit; továbbá az esetleges nem földi eredetű életforma kutatását, pl. a Marson. A csillagászati kutatások űrbe áttelepülése folytatódik. Két—három évtizeden belül várható az első automata szonda indítása a Naprendszeren túlra a legközelebbi csillagok egyikéhez.

Folytatódnak a természettudományos kutatások műholdak és űrállomások segítségével a fentiekén túlmenően is. Ennek egyik alapterülete — az elektromágneses hullámok terjedésének elmélete és mérhető jelenségeinek mérése és analízise gyorsan fejlődik. [5, 6, 7].

## Az általános célú űrtevékenység fő területei

### Űrhírközlés

A hírközlésen belül az űrtevékenység vagy az ún. űrszegmens a meghatározó, s már jól látszik, hogy az egész hírközlési területet az űrtevékenység olvasztja magába, megtartva egy-egy szolgáltatáson belül a klasszikus (kizárólag földfelszíni egységekkel működő) hírközlés azon részeit, amelyek gazdaságosabbak, mint az űrbéli változataik. Tekintve a hírközlési piac rendkívül nagy nyereségességét, s a hírközlés különféle szolgáltatásai iránt megmutatkozó igen nagy fizetőképes keresletet, *az egész űrtevékenységen belül a hírközlési rész gazdasági súlyát és fejlődési tempóját tekintve a legnagyobb és egy darabig még az első helyen marad.*

Az űrhírközlés szerteágazó területei változatlanul három nagy egységbe sorolhatók: Fix műholdas szolgálatok (FSS 'fixed satellite service'), amelyek valamely terület távközlési igényeit (pont—pont átvitel, területi távközlési szolgáltatás stb.) elégítik ki. A mindenki által jól ismert műsorszóró műholdas szolgálatok (BSS 'broadcasting satellite service'). Végül a személyes műholdas távközlési szolgálatok (PSCS vagy S-PCS 'personal satellite communication service' vagy 'satellite personal communication service'), amelyek állandó (24 órás) garantált távközlési ellátást biztosítanak a Föld bármely pontján (szárazföldeken, óceánokon, sarkvidékeken; földön, vizen, levegőben, a Földhöz közeli magasléggörbén) mobil és állandó helyen lévő kis és olcsó készülékekkel. Az űrhírközlési iparág és szolgáltatás teljesen önfenntartó gazdasági versenyszféra, amelyben már az első nagy csőd is bekövetkezett éppen a PSCS területen, amelynek következtében az érintett cég világűrben lévő (és működő) 60 műholdjának további sorsa is kérdésessé vált. A gazdasági verseny teljes intenzitással kibontakozott. 1998-ra kialakult a totális, globális hírközlés.

Minőségileg új folyamat, hogy mind az űrhírközlésen, űrtávközlésen belül, mind a különféle űrszolgáltatások között összekapcsolódási folyamatok indultak meg. Ennek egyik részét az jellemzi, hogy az űrszegmens (a műholdak rendszere) egyidejűleg többféle szolgáltatást is nyújt. A másik részét pedig az, hogy a szolgáltatást igénybevevőnek a készüléke egyidejűleg többféle műholdas rendszer akár nagyon eltérő típusú szolgáltatását is nyújtja. Ennek egyik fő vonulata

a globális és integrált távközlési—hírközlési—műsorszórási szolgáltatások megjelenése és terjedése. Másik fő vonala az űrhírközlési és egyéb űrtevékenységi szolgáltatások integrált megjelenése; pl. globális mobil távközlés egyidejű helymeghatározási és mentési—segélyhívási szolgáltatással.

### *Helymeghatározás*

A helymeghatározásban (navigációban, geodéziában) a korábbi sokféle kozmikus geodéziái eljárás [1, 2] helyét a műholdrendszereket alkalmazó, az elektromágneses jel futási idejét és Doppler-csúszását egyidejűleg mérő és felhasználó globális helymeghatározó rendszerek vették át, amint az várható is volt. Ezek az USA GPS rendszere és Oroszország GLONASS rendszere. Ezek mellett a nagy pontosságú interferometria, a VLBI a csillagászat mellett a speciális, földi, geodéziái feladatok megoldásában is szerepet játszik; a pontossági igények miatt az egyszerre földi pontot és űreszközt (műholdat vagy űrszondát) használó, extrém hosszú bázisú változata, az űr-VLBI most születik. Hasonlóan tartósan jelen van még a lézer-radaros technika is. E nem GPS típusú eljárások azonban csak kiegészítő jellegűek, a kutatásban és a GPS-típusú rendszerek alapadatainak folyamatos meghatározásában van nélkülözhetetlen szerepük. Földi civilizációnkat rendkívüli gyorsasággal eluralta a GPS típusú műholdas helymeghatározás. Annyira, hogy ma már e rendszerek kikapcsolása világszerte nagy működési problémákat okozna.

A polgári és katonai alkalmazások kiterjedtek. Az összes, korábban várt [2] alkalmazás mára megvalósult. A katonai alkalmazás a korszerű hadseregekben alapvető, pl. a lelőtt repülőgépek pilótáinak kimentésénél is nélkülözhetetlen. Azonban ezen túlmenően a forgalomirányításban és -ellenőrzésben, a mentésben és bűnüldözésben — pl. hazánkban is megjelentek a GPS-t használó gépkocsikat a lopástól védő, illetve nyomkövetést lehetővé tevő rendszerek —, a szállítványozó cégek üzemszervezésében, az államigazgatásban, a térképészetben stb. a nagy pontosságú műholdas helymeghatározás nélkülözhetelenné vált. A nagy piacot jelentő civil alkalmazások egy része, mint arra az űrhírközlésnél már utaltunk, kapcsolódik az integrált szolgáltatásokhoz, máris a globális és hagyományos mobil telefonáláshoz, ahol is az előfizetői készülékbe beépített GPS egység (chip) azt biztosítja, hogy a telefonáló bármikor és akár automatikusan meg tudja adni a helyét, például segítséget, mentőt stb. tud hívni. A piac mérete itt egybeesik a mobil előfizetői készülékek számával. A személygépkocsikban is terjed e rendszerek alkalmazása, megoldható az útvonaltervezése digitális térképre vetített hely-adattal stb. Ezzel a piac most bővül, s várhatóan eléri a teljes személygépkocsi-gyártás mértékét, azaz ez a vevő tartozéka lesz minden gépjárműnek. Egyidejűleg megnyílt az út a teljesen automatikus közlekedés, a robotvezérelt járművek alkalmazása előtt is.

### *Távérzékelés*

A gyors, minőségi átalakulás folytatódása és a szolgáltatások terjedése mellett a távérzékelés segítségével megfogalmazódtak civilizációnk létezésének alapvető kérdései [pl. 8]. Ma a Föld kutatása, a földfelszín megfigyelése, térképezése, a felszíni folyamatok nyomon követése stb. már alapvetően űrtevékenység, amelynek tudományos és gyakorlati oldala van. Mindez kapcsolódik a jövőkutatás jellegű munkákhoz, amelyek elsőrendű fontosságúak, s a zárt ökörend-

szert, azaz az életet hordozó, véges Földet vizsgálják, beleértve fennmaradási esélyeinket is.

Ma már rutinszerű adat-hasznosító és -szolgáltató a *meteorológia*. Űrrendszerre épül a teljes földi meteorológiai szolgáltatás, annak biztonságot érintő részeivel (repülés, viharjelzés, hajózás stb.) együtt. Az elmúlt néhány év két irányban alakított ki tartós és erősödő változást. Az *első* alapja az atmoszferikus folyamatok nagy változási sebessége miatt szükséges sűrű időbeli mintavételezés. Ma az időben legnagyobb mintavételi sűrűséget a meteorológiai célú műholdak biztosítják. Ez az adatsűrűség igen nagy érték más felhasználási területeken is, mint pl. a növényzet monitorozásában, a vizek figyelésében, árvízjelzésben és -elhárításban, mentésben... Ennek következtében rohamosan bővül e nagy műholdrendszer adatainak használata más távérzékelési szolgáltatásokban is. A *második* meghatározó folyamat lényege, hogy kiderült, a földi időjárás igényelt pontosságú előrejelzése megkívánja a földi légkör folyamatait befolyásoló kozmikus hatások (a Nap és a bolygóközi tér változásai) egyre pontosabb monitorozását és beépítését az időjárási előrejelzésekbe. Így alakult ki a hagyományos műholdas meteorológia (az ún. földi meteorológia) mellett a kozmikus környezet földi légkörre gyakorolt hatásait vizsgáló és jelző űr-meteorológia. Jelenleg érthetően és értelemszerűen a Napot vizsgáló űreszközök folyamatosan érkező adatait használják, sok helyen már rutinszerűen, a földi időjárás vizsgálatában és előrejelzésében. A jövőben a magasléggör és a bolygóközi tér állapotának részletesebb és folyamatos vizsgálatát, s a nyert adatok meteorológiai előrejelzésbe beépítését eredményezi.

A *mezőgazdaság, a növénytakaró és a talaj vizsgálata* terén, tekintve a növényzet időben gyors változásait, a nagy, néhány napos időbeli felbontású mintavételezés és a műholdas adatok nagy pontosságú, kvantitatív feldolgozása szükséges, nem elegendő a térképi jellegű (klasszifikáció, vetéstérkép stb.) értékelés. Ennek hatásaként gyorsan fejlődnek a növekvő pontosságú ún. légköri korrekciós eljárások; vagyis a távérzékelési probléma elektromágneses hullámterjedési feladatként történő megoldása és a légköri hatások eltávolítása az adatokból. A haszonnövények vetésterületének felmérése, hozambecslése és állapotfelmérése műholdak segítségével nemcsak olcsóbb a hagyományos eljárásokénál, hanem minden esetben akár nagy területek összehalibrált áttekintését is lehetővé teszi, s a műholdas eljárások pontossága és megbízhatósága is ma már meghaladja az ún. hagyományos módszerekkel elérhető. A mezőgazdaság műholdas adatokkal segítése és irányítása gyorsan terjed. A mezőgazdasági hasznosítás mellett gyorsan fejlődnek a növénytakaró általános vizsgálatát segítő módszerek, amelyeknek fontos része az erdők és a természetes állapotban még megmaradt növényzet felmérése, állapotának folyamatos figyelése. (természet-)védelmi intézkedések műholdas támogatása, szennyezések, szeméttlerakók felderítése, az elhárítás segítése. Az elmondottakhoz szervesen kapcsolódik a termőtalaj minőségének, állapotának és degradálódásának műholdas figyelése, ahol az ún. hiperspektrális technika műholdakra telepítése áttörést jelentő változást hozhat.

A *víz, jég és óceán kutatása* a vizek gyors változásai miatt szintén nagy időbeni mintavételi sűrűséget kíván meg. Ennek tematikus biztosítására jó lehetőséget nyújt az, hogy a vizek, mind a folyóvizek, tavak, mind a tengerek, óceánok, mind a hó és a jég a felszín többi alakulatától eltérő módon szórják,

illetve sugározzák, ki a mikrohullámú jeleket. Így a mikrohullámú sávokban működő műholdas érzékelők adatai a vizek vizsgálatára, a vizek kiterjedésének, szennyezettségének figyelésére, a hó és jég korának (hány éves) és állagának monitorozására különösen alkalmas. A hó és jég korának megoszlása és a hóval-jéggel boritottság alakulása pedig közvetlen kapcsolatban van a globális klíma alakulásával is.

*Geológia:* A korábbiakban kialakult kép nem módosult. Időben nem kell nagy felbontás, viszont térben a mindenkori legnagyobb felbontást jól ki lehet használni. A rendelkezésre álló műholdas adatbázis folyamatos geológiai feldolgozása folytatódik, kiegészülve a mindenkori legújabb csúcspont felbontású adatok elemzésével.

*Térképészet, geodézia:* Ma a 'naprakész' térképtár és a nagy pontosságú, háromdimenziós DTM (digitális terep-modell) előállításának és karbantartásának javítása zajlik világszerte, amelyeket a GIS-be (az egységes földrajzi információs rendszerbe) integrálva hasznosít átalakuló civilizációnk minden alkalmazási területén, értelemszerűen a helymeghatározási eljárásokkal együtt.

*Államigazgatás, településfejlesztés, földhasználat, környezetvédelem és a környezeti állapot figyelése, ipartelepítés stb.:* Mindezen területeken a távérzékelés a már bemutatott alkalmazásokon keresztül jelenik meg, elsősorban GIS típusú integrált adatbázis részeként.

*Egyebek:* Nem kevésbé fontos a már említett *globális vizsgálatok* végzése, és fejlődő terület a *régészeti kutatás*, ahol az alkalmazások ma már kiterjednek mind a jól ismertnek vélt területek műholdas újra-vizsgálatára, mind a korábban a kutatás elől elzárt vagy csak nehezen kutatható területek feltárására, mind a *világörökség* részei állagának megbízható nyomon követésére, illetve e módszerek laboratóriumi alkalmazására.

### *Egyebek*

*Katonai-védelmi alkalmazások:* A legfejlettebb hadseregeknél már kiépültek az úrparancsnokságok. Ezek feladata összetett, biztosítani kell a már rutinszerű űrtevékenységet a haderő működtetéséhez, az űrszerműveket mellett a katonai űrrendszerek irányító pontjai és egyéb földi részei működését, beleértve ebbe azokat bármiféle támadás elleni védelmét és az űrbeli szállítások, repülések zavartalanosságát, továbbá a szükséges fejlesztések irányítását a programok kidolgozásától a K+F munka befejezéséig. Az utóbbi biztosítási feladatnak része lenne az űrszerműveket közvetlen védelme is, amire azonban jónak tekinthető megoldás még nincs, viszont kiemelt fejlesztési terület. Az azonban látható, hogy ez a sajátos védelmi feladat a nagyon intelligens űreszközök megjelenését, valamint kisebb katonai alegységek űrbeli szolgálati helyen tartását is megkíván(hat)ja. A katonai felderítő és ún. korai riasztó rendszerek megbízható, jól védett működése a jövőben is a globális stabilitás egyik nélkülözhetetlen kulcsa.

*Űrállomások, űrbázisok:* A Nemzetközi Űrállomás (International Space Station — ISS) működésének kezdete után várható gyakorlati hatások miatt a kutatás fő irányainak ismertetésénél tett rövid utaláson túlmenően is a tevékenység ezen részére külön ki kell térni. Az űrállomások nyitották meg az utat két különösen fontos alkalmazási területen: a biológiai és gyógyászati vizsgálatok kiterjesztésében, valamint a űrbeli gyártástechnológia fejlesztésében. A biológiai vizsgálatok a hosszú időtartamú űrrepülések hatásainak vizsgálata mellett kiterjednek a földtől gravitációsan és időbeli ciklusokban

tökéletesen különböző környezetben működő emberi és más élő szervezet működésének tanulmányozására. Ez már eddig is alapvetően megnövelte a tudásunkat és segítette a földi gyógyítási eljárások fejlesztését, növelte eredményességüket. Ez intenzívebben folytatódik az ISS-en megnövekedő lehetőségek következtében. Ugyanezen körbe tartoznak a gyógyászati anyagok gyártási, illetve vizsgálati kísérletei, amelyek új, várhatóan majd a Földön gyártott gyógyszerek kifejlesztésének ígérletét hordják magukban. A Nemzetközi Űrállomás működése egyebek mellett ugrásszerű fejlődést hoz mind a földi gyógyászat, mind az űrben tartózkodás egészségi és mikrotársadalmi (csoport) feltételeinek biztosítása fejlődésében, növeli az orvosi-élettani és csoport-pszichológiai kutatások fontosságát. Megjelenik a mikrotársadalmak, tartósan együtt élni és dolgozni kényszerülő kisebb csoportok nemcsak pszichiátriai, hanem társadalomtudományi vizsgálata is.

A másik fő irány az űrbeli termékgyártás előkészítése. A Föld körüli pályán a földtől gyökeresen különböző és anyag gyártási szempontból nagyon előnyös technológiai körülmények állnak rendelkezésre. Ezek a következők: súlytalan környezet, amelyben a felületi feszültség, a kristályosodásnál fellépő belső erők, az elektrosztatikus vonzás és taszítás stb. zavarmentesen érvényesülnek; rezgésmentes környezet; az extrém nagy vákuum, amely egyben nagy tisztaságot is biztosít; a pontosan ellenőrizhető és a legtöbb vonatkozásban jól szabályozható elektromágneses és részecskesugárzási környezet; a napsugárzás jelenléte következtében a lényegében elvi korlátozás nélkül rendelkezésre álló energia; a rendelkezésre álló óriási szabad tér. Az itt végzett anyagtechnológiai vizsgálatok biztosan lényeges fejlődést hoznak a földi gyártástechnológiában, máris jelentkezett e hatás; de előre tekintve megjelennek majd űrben gyártott termékek is, segítve civilizációs gondjaink megoldását.

### *Sajátos gond, az űrszemét*

A világűr használata több sajátos problémával jár. Ezek közül a geoszinkron pályák telítődésével illetve a rádiófrekvenciás sávok használatának gondjaival most nem foglalkozom, mert az nem új probléma. Azonban jelenleg ugrásszerűen nő a Föld körüli térben keringő műholdak száma. Kisebb gond, hogy ennek következtében megnő annak a valószínűsége, hogy egy-egy rádiócsillagászati vagy űrszonda-követési elektromágneses útvonalon műhold haladjon át, zavarva a rádió-, illetve optikai kapcsolatot, a jövőben — ha a civilizációnk megéri — az emberes űrhajók távolabbi űrbe repülésének rendszeressé válásával ilyen módon akár embert is veszélyeztetve. Természetesen annak a valószínűsége is növekszik, hogy az egyik PSCS rendszer műholdjai (l. az űrhírközlésről szóló részt) közötti, pl. optikai sávú kapcsolatot egy másik PSCS rendszer műholdja árnyékolja, de ennek esélye még mindig rendkívül kicsi marad.

A pályán lévő működő és elromlott műholdak összes száma a közeli jövőben rohamosan növekszik, elsősorban a hírközlési, helymeghatározási, távérzékelési és védelmi műholdrendszerek működtetése következtében. Már egyetlen műholdas mobil rendszer 50—100 műholdat használhat. Folyamatosan nő két űreszköz ütközésének a veszélye, ami különösen az űrhajók biztonsága esetében kritikus kérdés. Ne feledjük, hogy a közelmúltban is előfordult már, hogy régen pályán maradt űreszköz előrejelzés nélkül igen közel repült el űrhajó, űrállomás mellett. Az ellenőrzést és előrejelzést már ma is nagyon nehezíti, hogy tönkrement, rádiójelet már nem sugárzó műholdból, illetve űreszközdarabokból sok

ezer van Föld körüli pályán. A következő néhány évben a nagyságrendileg ezer (!) műholdat használó űrszolgáltatások időben növekvő számú tönkrement műholdat is termelnek. Így a Földről követés a fejlődő technológia ellenére egyre nehezebb és költségesebb lesz, az esetleges pl. rakétát használó váratlan, terror jellegű támadások észlelése is megnehezedik, miközben a fentebb jelzett problémák fellépése egyre valószínűbbé válik. Természetesen megnövekszik annak a valószínűsége is, hogy valamelyik, a Föld légkörébe visszasüllyedő, már használaton kívüli műhold kisebb-nagyobb darabja túléli a légkörön áthaladás közben fellépő hőterhelést és lakott területen ér földet. Azonban ez egyelőre nem kritikus kérdés, mivel a nagy számban előforduló műholdak tömege nem nagy és valószínűleg teljesen elégnék a légköri lefékezés során.

Azonban nyilvánvaló, hogy a következőkben ki kell alakítani a Föld körüli tér tisztogatásának technológiáját, a használatból kivont, tönkrement műholdak összegyűjtését és Földre visszahozatalát, vagy a távolabbi jövőben esetleg a kivitelét a távolabbi űrbe. Teljesen új szempontként jelenik majd meg, hogy mi történjen például egy csődbe ment űrszolgáltató cég nagyszámú műholdjával. Megveszi-e, átveszi-e valamelyik másik szolgáltató, vagy az egész úgymond űrszemétté lesz? Mindez az ember vezette űrrepülések számának növekedésével, új szolgálat felállításával jár együtt. Ennek viszont további űrtevékenységet növelő hatása van, s átalakítja, tovább növeli az űrtevékenység szerepét egész civilizációnkban. Ezt a folyamatot egyértelműen a mostani években a PSCS megjelenésével rohamosan növekvő műholdszám indítja meg.

## A magyar űrtevékenység helyzetéről

E helyzetképnek, elődeihez [1, 2] hasonlóan, nem célja a hazai helyzet részletező, kimerítő elemzése; azaz nem helyettesít egy átfogó hazai helyzet-elemzést. Viszont megkerülhetetlen, hogy a hazai helyzet fő vonásait felvázoljuk az előzményeket ismertnek tekintve [2].

Az új időszakot 1991-ben a hazai űrkutatás—űrtevékenység teljes irányítási újraszervezésével lehetett megindítani. Ennek során új, a nemzetközi gyakorlatnak megfelelő űrkutatási szervezet jött létre, amelynek lényege, hogy a hazai űrtevékenység irányítása, összhangban mind az ún. nyugati korszerű gyakorlattal (l. a tanulmány elejét), mind a régióink országaiban lezajlott átalakításokkal (pl. Románia, Csehország, Ukrajna, Oroszország ...) nincs alárendelve más K+F vagy kutatási intézménynek, hanem csak a kormánynak (a felügyelő miniszternek) és az országgyűlésnek (költségvetés). E rendszer megváltoztatása rossz irányú és nagy kárt okozó visszalépés lenne. A magyar űrtevékenység központilag koordinálandó részét a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI) irányítja, amelyet a kormány egyik minisztere felügyel. A MŰI költségvetését az országos költségvetés részeként az Országgyűlés hagyja jóvá. A programokról és a pénzek felhasználásáról az Űrkutatási Tudományos Tanács (ÚTT) dönt, míg a felügyelő miniszter munkáját a Magyar Űrkutatási Tanács (MŰT) segíti egyben közvetítve az egyes tárcák igényeit, véleményét, céljait. Ez az irányítás — helyesen — nem terjed ki az űrtevékenység szabadpiaci részére, az a gazdasági élet részeként külön speciális ellenőrzés nélkül működhet. Ezzel a [2]-ben jelzett problémák közül kettő is megoldódott, hiszen az űrtevékenység gazdasági haszno-

sítása szabaddá vált, s nemzetközileg korszerűnek tekinthető a központilag irányítandó rész szervezeti rendje.

Az új irányítási rend következtében államigazgatási akadályok nélkül betört hazánkba is az úrhírközlés és a műholdas helymeghatározás, ami sok más egyéb mellett szükséges volt a hazai gazdasági fejlődés megindulásához. Viszont nincs semmiféle érdemi ipari—fejlesztési—gyártási részvételünk e szolgáltatások fenntartásában és fejlesztésében, sőt a további változásokat előkészítő kutatásokban is alig. Ezen túlmenően ma nincs semmiféle adminisztratív akadálya annak, hogy bárki kis, közepes vagy nagy felbontású műholdas adatokat vegyen és felhasználjon. Megszűntek a korábbi értelmetlen titkosítási előírások is. A lehetőség megteremtődött, azonban a szükséges mértékben kiterjedt hasznosításig még hosszú az út. A hazai közvélemény, a potenciális kormányzati és civil felhasználók általános tájékozatlansága, az elmúlt évtizedekből is fakadó felkészületlensége a saját kárukra nagymértékben akadályozza az ürtevékenység hasznosítását.

Az új úrkutatási szervezet, az ÜTT és a MŰI, a magyar helyzetet és a globális trendeket szem előtt tartva a központilag irányítandó ürtevékenységi szegmensre rangsorolást dolgozott ki öt főirányt kijelölve: 1. *Föld a világűrből* (40%), 2. *úrfizika* (20%), 3. *űrélettan*, 4. *úrhírközlés*, 5. *úrtechnika és technológia* (utóbbi három egyenlő súlyú és együtt 40%). Ez láthatóan megfelel a globális helyzetképnek és a magyar sajátosságoknak, hasznosítás-központúságnak, de megfelel a kialakult magyar tevékenységnek is, a korábbi eredményeinknek és nemzetközi elfogadottságunknak. Ezen belül elsődlegesek a nemzetközi programokban és az üresközök fedélzetén végzendő kísérletek úgy, hogy azoknak hazai tudományos és/vagy gyakorlati hasznosítása legyen. Az ezzel kapcsolatos szakmai döntésekért az ÜTT felel. Nem része e programoknak a már tárgyalt szabadpiaci tevékenység. Természetesen nem része általában sem a magyar ürtevékenységnek az a sok, értékes és eredményes munka, amit magukat magyarnak valló kutatók, mérnökök végeznek mások pénzén és mások megbízásából, esetleg más ország állampolgáraként. Hasonlóképpen nincs semmiféle magyar irányítási vagy felügyeleti lehetőség olyan munkák felett sem, amelyeket hazai szakemberek, intézmények, cégek végeznek külföldi megrendelésre. Ezeknek azonban az általános jó húzó hatása itthon létrejön.

Az elmúlt néhány év alatt a ráfordítások belső arányait a rangsorolás szerint tartani lehetett, s ez a súlyozás jónak bizonyult. Azonban az ürtevékenységünknek is, az ország részeként Európába és az észak-atlanti régióba kell integrálódnia. A korábbi részekben elmondottak alapján világos, hogy ennek elmaradása az országnak gazdaságilag mérhető kárt és általános elmaradást, a magyar tudománynak érdemi veszteséget, a hazai ürtevékenységnek elsorvadást hozna. Az integrációnak pénzügyi és szervezeti feltételei vannak. A szervezeti feltételek kiépítése (ESA—magyar egyezmények, NASA—magyar együttműködés stb.) halad előre. Azonban hazánkban 1957 és 1990 között nem jött létre űripar, az ez irányú kezdeményezéseket csirájukban fojtották el. Azóta pedig az általános gazdasági szorítás akadályozza kialakulását, miközben stimulálni kellene. Ez gazdasági hátrányok forrása és integrációs zavart is okoz.

Az eluralkodott pénztelenség komoly zavarok forrása. Ez gond az európai (ESA) integrációnál is és általában is. Hazánk ürtevékenységi ráfordítása mindösszesen nem is közelíti Ausztria ráfordításainak egy részét sem, évek óta

csak inflálódik, jelenleg alig 1 millió dollárral ekvivalens forint. Ez azt jelenti, hogy nincs biztosítva az ürtevékenység hazai művelésének minimálisan szükséges anyagi feltétele. Természetesen nincs biztosítva a nem-úr K+F anyagi háttere sem. Az is komoly hiba, hogy a K+F területek irányítása, az 1990–94-es időszakot kivéve, szaktárcákhoz szétszórta kormányzati szinten. Ez hazánk lehetőségeit egyre jobban korlátozza, a jövőt veszélyezteti. Mindez, szemben más országokkal, akadályozza az ürtevékenység végzésére és oktatására felkészítést egyetemi szinten is. Így hazánkban a jövő egyik kulcsterülete utánpótlási gondokkal küzd, a szakterületnek nincs egyetlen egyetemi tanszéke sem, s teljes mértékben kimarad a tanárképzésből is. Ezzel az ürtevékenységgel átszőtt világban felnövekvő magyar nemzedék elzáródik attól, hogy érdemben valamit is halljon az emberi civilizáció e fontos pilléréről...

A hazai ürtevékenység szervezetiileg tehát a szükséges módon átalakult, a szervezeti feltételek elfogadhatók. Megkezdtük az európai és nemzetközi integrációt. Azonban az ürtevékenység pénzügyi fedezete, oktatása és személyi utánpótlása nincs biztosítva.

### Összegzés

Az előzőeket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az ürtevékenység civilizációnk szerves része lett és fennmaradásunkhoz már elengedhetetlenül szükséges. Gyorsan fejlődik és átalakítja világunkat. E globális folyamatból kimaradó országok általános lemaradása nő, felzárkózási esélyeik csökkennek és növekvő gazdasági hátrányokat kell elszenvedniök. A magyar helyzet e szempontból nézve a tíz évvel ezelőttihez viszonyítva érdemben jobb, de súlyos problémákat kell megoldani nagyon gyorsan a helyzet újbóli romlásának elkerülése érdekében, s még mindig nem ismert döntéshozói szinten ezen új diszciplína jelentősége.

Világunk gyorsan változik. Az ürtevékenység önmagában a Föld végességéből és gátlástalan kihasználásából fakadó alapvető létezési problémánkat megoldani nem tudja, bár a megoldásához az ürtevékenység intenzív művelése előfeltétel. Ezen túlmenően az űrkutatás egyes eredményei segítik jobban megérteni és megővni a Föld működését, megérteni az Univerzum, benne Naprendszerünk és Földünk létrejöttét és működését, s mindezen keresztül egész teremtett világunkat. A Teremtés csodájából egyre többet látunk meg.

### HIVATKOZÁSOK:

- [1] Ferencz Cs. (1977): A híradástechnikát is érintő tendenciák az űrkutatásban; Híradástechnika, XXVIII. 129–136.
- [2] Ferencz Cs. (1985): Az ürtevékenység helyzete és trendje; Híradástechnika, XXXVI. 529–543.
- [3] Myneni R. B., Keeling C. D., Tucker C.J., Asrar G. & Nemani R. R. (1997): Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991; Nature, 386, 698–702.
- [4] Baade F. (1961): Versenyfutás a 2000-ik évig; Gondolat, Budapest.
- [5] Levy M.F. (1997): Parabolic wave equation techniques for radiowave propagation; The Radio Science Bulletin URSl, No. 282, 6–13.
- [6] Annales Univ. Sci. Bp. de Rolando Eötvös, Sec. Geophys. Meteor., XI., 5–218.
- [7] Ferencz Cs. (1996): Elektromágneses hullámterjedés; Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [8] Avanesov G.A. (1996): Fundamental Problems of Earth Research from Space; Russian Space Bulletin, 3, No.4., 9–12.