

Az alábbi előadás 2008. október 1-én hangzott el Glasgowban a Nemzetközi Asztronautikai Kongresszus SETI II. Szimpóziumának meghívott nyitóelőadásaként, mint a 3. Billingham Cutting-Edge Lecture (száma IAC-08-A4.2.2). Az előadás magyarra fordított szövegét a szerző engedélyével közöljük.

SETI Műhely – <http://www.setimuhely.hu>

**Dr. Allen Tough professzor, a BCEL kezdeményezője írásban megküldött üdvözléséből:**

Üdvözlöm a 3. Billingham Cutting-Edge Lecture (kb. Billingham előremutató előadás) résztvevőit!

A SETI Állandó Munkacsoport azt tervezi, hogy minden évben Dr. John Billingham tiszteletére szponzorálja ezt az előadást. Annak idején, amikor még egyszerűen SETI Bizottság volt a neve, ő hosszú évekig elnökölte ezt a szervezetet, amely megalapozta a SETI szakterület látható, hitelt érdemlő, nemzetközi megjelenését.

Sokoldalú elfoglaltsága ellenére, Dr. Billingham nagyvonalúan támogatta a szakterületre újonnan érkezőket. Emlékszem, hogy amikor először találkoztam vele, milyen lelkesen bíztatott arra, hogy mutassak be egy dolgozatot az 1987 évi, brightoni kongresszuson. Később pedig gyakran segített abban, hogy gondolataimat közérthetőbb formába öntsem.

Hagyományosan minden évben két SETI szekcióülés van a Nemzetközi Asztronautikai Kongresszusokon (IAC): az első, amely inkább technikai, és a második, amely társadalomtudományi vonatkozásokkal és interdiszciplináris tanulmányokkal foglalkozik. A Billingham Cutting-Edge Lecture e második szekcióülés megnyitó előadásaként hangzik el minden évben. A SETI Állandó Munkacsoport (SPSG) választja ki az előadót, akinek feladata, hogy előremutató gondolatokról és azok lehetséges alkalmazásairól beszéljen a földönkívüli intelligencia utáni tudományos kutatások területén. (2006-ban megígértem, hogy három évig szponzorálom az előadásokat.) Az első két előadó Dr. Steven Dick (tudománytörténész, US Naval Observatory) és Dr. Kathryn Denning (kanadai antropológus és régész) volt.

Reményünk az, hogy évről évre rendkívül stimuláló előadásokat fogunk hallani. Végül talán ezen előadások egyike, amelyek áttörést jelenthetnek gondolkodásunkban, elvezethet az univerzum egy másik civilizációjával való kapcsolathoz

*Dr. John Billinghamról*

John Billingham a kaliforniai SETI Intézet tudományos tanácsadója, korábban hosszú ideig az egykori NASA SETI program vezetője és egyik résztvevője volt. 1991 és 1994 között elnöke volt a NASA SETI Irodának az Ames Kutatóközpontban. 1984 és 1991 között ugyanezen kutatóintézetben az élettudományi részleg vezetőjeként dolgozott. Dr. Billingham évekig volt a SETI Intézet tanácsának alelnöke, és jelenleg is a tanács tagja. Az Oxford Egyetemen szerzett orvosi diplomát a fiziológia területén.

x                    x                    x                    x

# HELYESEN ÉRTELMEZZÜK-E A SETI KIFEJEZÉSEKET?

## SETI terminológia

**Almár Iván**

MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete  
almar@konkoly.hu

### Előadáskivonat

Sok a SETI-vel kapcsolatos kifejezésről elmondható, hogy vagy nem egyértelmű a definíciója, vagy a különböző szakemberek különbözőképpen értelmezik. A szerző, aki korábban bizonyos tapasztalatokat szerzett az asztronautikai terminológiával kapcsolatban (IAA Multilingual Space Dictionary), megkísérli összefoglalni az alapvető kifejezések egységes definíciójával kapcsolatos, szokásos problémákat. A második részben példaképpen számos idézet szerepel a SETI irodalomból – beleértve magát az *ETI*, *SETI* és *METI* fogalmát is, valamint a *lakható zóna*, *az idegen élet*, *a földönkívüli tárgyi lelet*, *a Drake-formula*, *a Fermi-paradoxon* stb. meghatározásait. A harmadik részben új feladat fogalmazódik meg a SETI közösség társadalomtudományi szakértői számára: gyűjtsenek „tartós, univerzális kifejezéseket”, vagyis olyanokat, amelyeknek az értelme évezredek óta nem változott, ugyanakkor függetlenek a földrajzi helyzettől, valamint a földi környezettől és a földi biológiától is. Ilyen kifejezések jó hasznot hozhatnak egy csillagközi kapcsolatrendszer létrejöttékor. Mindezeknek a kérdéseknek közük van ahhoz a feladathoz, hogy új módon kezdjünk az ETI és SETI problémákról gondolkodni. A dolgozat megkísérli összefoglalni a pontos SETI terminológiával kapcsolatos problémákat és azok lehetséges jövő alkalmazásait.

*„A kapcsolatkeresés és a felkészülés a sikeres kölcsönhatásra mint két fontos feladat szerepeljen saját civilizációnk jelenlegi napirendjén.” (A. Tough: An Extraordinary Event)*

### 1. Bevezetés

Mint a Nemzetközi Asztronautikai Akadémia (IAA) által egy Soknyelvű Terminológiai Adatbázis és egy Soknyelvű Űrszótár létrehozására alakított csoport koordinátora, bizonyos tapasztalatokat szereztem a terminológia területén. A kilencvenes években elnöke voltam az IAA illetékes terminológiai bizottságának, és számos IAA szimpóziumot szerveztem a témakörben. A Bizottság összeválogatott 2596 angol nyelvű, alapvető asztronautikai kifejezést, és több száz önkéntes szakértő közreműködésével lefordíttatta ezeket (definíciók nélkül) 15 fontos, további nyelvre. Az első eredmények 1996-ban jelentek meg két floppy lemezen, majd a teljes, 16 nyelvű Űrszótár 1998-ban egy CD-n. A 2. Világűr-kongresszus (Houston 2002) résztvevői ezt a változatot a kongresszuson ingyen megkapták.

Ezt követően a Soknyelvű Terminológiai Munkacsoport Prof. Ninomiya vezetésével folytatta tevékenységét azzal a céllal, hogy egyrészt bővítse az alapvető kifejezések listáját, másrészt definíciókkal egészítse ki. Végül az eredményt az interneten kívánják hozzáférhetővé tenni.

Ezen hosszú, fárasztó és intenzív vállalkozás alatt többféle tapasztalat gyűlt össze, amely a SETI közösség számára is érdekes lehet. (Több fontos, az asztronautikai terminológiára vonatkozó

dolgozat jelent meg 2002-ben az Acta Astronautica különszámában [1].) Az alapvető kifejezések listájának összeállítása, amely a munka kezdetén történt, kritikus lépésnek bizonyult. Nyilvánvaló, hogy mindazon kifejezések felvétele a listára, amelyek a világgal kapcsolatos szakirodalomban szerepelnek, túl hosszú listát eredményezne; emellett ezek túlnyomó többsége amúgyis egyik vagy másik tudományos vagy műszaki szakterület standard szókészletéhez tartozik. Minthogy a listára kerülő szavak összeválogatása, ha azt egy viszonylag kisméretű bizottság végzi, óhatatlanul a bizottsági ülésen jelen lévő tagok foglalkozásától és érdeklődésétől függő *szubjektív* döntéseken alapul, nem kétséges, hogy a mi listánk sem lehet tökéletes. Ez vonatkozik a szótárunkba felvett, nem nagy számú SETI kifejezésre is. Érdemes megemlíteni, hogy éppen John Billingham volt az, aki egy az IAA-nak írt levelében már 1989-ben javasolta, hogy a „lexikon” foglalkozzon a SETI terminológiával is. O. Lavroff, a bizottság titkára, 1989 dec. 28-i levelében elfogadta ezt a javaslatot. Később Jill Tarter segített neki, amikor elküldte a bizottságnak a definíciókat is tartalmazó „Az IAA szótárba felvételre javasolt kifejezések a NASA SETI programja részéről” című szójegyzéket. E lista több olyan SETI kifejezést javasolt, amely később bekerült az alapvető kifejezések listájába, és le is fordították valamennyi nyelvre (a definíciók nélkül).

A következő időszakban, amikor valamennyien el voltunk foglalva azzal a feladattal, hogy az angol kifejezéseket anyanyelvünkre fordítsuk, számos anomáliát fedeztünk fel az alapvető kifejezések listájában. Mindenekelőtt a kifejezések fordítása definíciók nélkül gyakran igen nehéznek bizonyult. Másrészt arra a következtetésre jutottunk, hogy nem a jól ismert technikai szakszavakkal vannak az igazi problémák (mint például „antenna nyereség”, „analóg jel”, „algoritmus”, „barion”, „parszek” – hogy csak párat említsünk a SETI kifejezések listájáról), hanem a tényleg alapvető jelentőségű fogalmakkal. Ezek közül néhányat részletesebben foglalkozunk a következő fejezetben, mivel nagy szerepet játszanak a SETI közösségen belüli vitákban és a SETI – média kapcsolatokban is.

Helyesen értelmezzük-e a SETI kifejezéseket? Ez a kérdés megkerülhetetlen a SETI Állandó Munkacsoporton belül, és különösen az általa szervezett szimpóziumok SETI II nevű, interdiszciplináris szekcióiban. Mint nemsokára ki fog derülni, nagy különbségek vannak a fontos SETI kifejezések (köztük van maga a SETI is!) értelmezésében. Ez nemcsak azért van így, mert a különböző szakterületek különböző előképzettségű képviselői különbözőképpen értelmezik a fogalmakat, de azért is, mert egyes kifejezések értelme idővel megváltozhat. Ilyen különbségek zavaró félreértésekre vezethetnek a SETI kutatásokban együtt résztvevő, vagy éppen együttműködő kollegák között.

Egyetlen, nagyon triviális példát szeretnék csak említeni az ilyen félrevezető értelmezési különbségekre: az angol *billion* kifejezést, amely mást jelent az Atlanti Óceán két partján. A SETI 2020 könyv szerint ([2]) egy billió az ezermillió csupán; mi itt Európában ezerszer nagyobb számként definiáljuk. Feltétlenül szükséges lenne a billió egyértelmű definíciója; máskülönben minden angol nyelvű szöveg fordításánál a billió szó használata komoly problémákat okozhat.

E dolgozat harmadik részében javaslatot teszek egy a SETI-vel, de még inkább a csillagközi kommunikációval kapcsolatos terminológiai vizsgálatra. Ez az új téma nyilvánvalóan interdiszciplináris, és érdekelheti az olyan nyelvészeket és az antropológusokat, akiknek van némi fogékonyságuk az idegen civilizációkkal való kommunikáció lehetőségeivel kapcsolatban.

## 2. A SETI terminológia négy alapvető problémája

Az űrterminológiában szerzett tapasztalataim alapján úgy vélem, hogy az alapvető definíciók némelyikében legalább négyféle általános probléma jelentkezhet. Szeretném hangsúlyozni osztályozási rendszerem szubjektív jellegét, és felhívni a SETI közösséget, hogy vitassa meg és szükség esetén bővítse ki, vagy redukálja az alábbi listát.

1/ Az „egyedülállósági” probléma

Gyakran definíciót keresünk egy alapvető kifejezéshez, amely azonban csak egyedülálló szerkezetként, jelenségként, vagy valamiféle objektumként létezik – mint például a *space shuttle* az űrterminológiában. Mi egy *space shuttle*? Olyan űrjármű, amely egy többször felhasználható keringő egységgel (Orbiterrel) rendelkezik, vagy olyan űrjármű, amely vízszintesen tud leszállni, vagy olyan űrjármű, amely személyzetet és egyidejűleg nagy terheket képes a világűrbe juttatni? Vagy mindhárom tulajdonság szükséges része a *space shuttle* (magyarul űrrepülőgép) definíciójának? Vajon a jövő űrrepülőgépei is az űrjárművek ezen kategóriájába sorolandók majd akkor is, ha nem rendelkeznek a fenti tulajdonságok mindegyikével? Ez a probléma szorosan kapcsolódik ahhoz a tényhez, hogy csak egyetlen aktív űrrepülőgép fajta létezik (a Burán ennek csak egy elvetélt változatának tekinthető), ezért lehetetlen eldönteni, hogy mely tulajdonságok tartoznak szorosan a *space shuttle* definíciójához, és miért.

A SETI témakörén belül is számos hasonló eset említhető. Mint Finney megállapította ([3]): „Valóban hátrányos helyzet, hogy az élet keletkezésének, majd komplexitása, intelligenciája, kultúrája, tudata stb. fejlődésének csak egyetlen esetét ismerjük.” Vagy Dicket idézve ([4]): „Mi lehet a véletlen és a szükségszerűség szerepe az élet eredetében és fejlődésében?” Vagyis nemcsak a SETI-ben, de az asztrobiológiában és a társadalomtudományokban is számos alapvető kifejezésre legalábbis ideiglenes definíciókat kellene alkotni mindaddig, amíg valóban független életformák, intelligencia és tudat felfedezésére kerül sor valahol az Univerzum mélységeiben.

## 2/ Az „elhatárolási” probléma

Évtizedekkel ezelőtt nagyon egyszerűnek tűnt definíciókat adni a fontos asztronautikai kifejezésekhez, például különbséget tenni mesterséges hold és mesterséges bolygó között. Egy műhold a Föld körül kering, egy műbolygó a Nap körül – bolygónk mozgásától függetlenül. De később néhány űreszköz a Föld-Nap rendszer  $L_1$  Lagrange-pontjába került, és ezek az égitestek keringenek ugyan a Nap körül, de mindig a Földdel együtt. Mi legyen a helyzetük az égi mechanikában? Számos ilyen elhatárolási probléma létezik az asztronautikában, mint például egy passzív hold és egy űrszemét közötti különbség, vagy a felsőléghő és a világűr közötti határvonal kérdése.

Hasonló problémák vetődnek fel az asztrobiológiában és a SETI-ben is: hol van a választóvonal az élő és az élettelen között; vagy egy értelmes élőlény és egy értelemmel nem bíró állat vagy gép között? Az ilyen problémák komoly fejfájást okozhatnak majd „ha a SETI sikerrel jár” – annak ellenére, hogy rengeteg példát láthatunk élő és élettelen, intelligenciával bíró és nem bíró példányokra saját bolygónkon, a Földön.

## 3/ A „mihez viszonyítva” probléma

Ezt a problémát később részletesen tárgyaljuk, ezért csak két példát említenék. A „lakhatóság” fogalma nem egyértelmű, mert nem világos, hogy csak a „benszülött” életre vonatkozik-e, vagy mindenféle egyéb, más égitestről odakerült életformára (például egy űrhajó intelligens lakóira) is. Hasonló kérdés vethető fel a Fermi-paradoxonnal kapcsolatban (lásd alább).

Ilyen esetekben tökéletes félreértés alakulhat ki, ha a kérdéses kifejezést vitáinkban a partnerek különböző értelemben használják.

## 4/ A „jelentősége” probléma.

Léteznek fontos esetek a SETI keretein belül, amikor egy kifejezést olyan helyzet jellemzésére használunk, amelynek jelentősége erősen függ a körülményektől. A „kapcsolat” vagy a „SETI felfedezés” kifejezések jó példák erre. A Rio skálát 2000-ben éppen hasonló esetek jelentőségének és megbízhatóságának „beskálázására” javasoltuk. Valószínű, hogy a jövőben számos, hasonlóan problematikus helyzet fog felmerülni, amikor egy „skálaérték” hozzárendelése valamely kifejezéshez segít a helyzet értékelésében (pl. „SETI felfedezés Rio skála érték 3-mal” a szokásos „felfedezés” kifejezés helyett).

### 3. SETI kifejezések eltérő értelmezései

#### 3.1 ETI, ETC, ATC, CETI, SETI, MSETI, OSETI, SETA, aktív SETI, METI

Ezeket az alapvető kifejezéseket többnyire csak egyszerű betűszóknak tekintik, definíciójuk és értelmezésük csak ritkán található meg a különféle szótárakban és magyarázatos szójegyzékekben. Idézzük a referenciának tekinthető „SETI 2020” könyvből [2] : „ETI = földönkívüli intelligencia”. Ennek ellenére a könyv hangsúlyozza, hogy „az intelligencia, mint olyan, felfedezhetetlen; csak tevékenységének következményei figyelhetők meg.” Következésképpen a SETI nem az ETI utáni kutatás, de a következmények (tárgyak, jelenségek, jelek, üzenetek stb.) keresése. Valóban később azt találjuk a könyvben, hogy „ETC = földönkívüli civilizáció” és „Megfigyelhetjük az ő civilizációjuk megfogható, fizikai tárgyi leleteit, vagy felfedezhetünk egy jelet, amelyet az ő civilizációjuk bocsátott ki.”

Említhetjük, hogy némely magyarázatos szójegyzékben, mint például a COSETI [5], az ATC rövidítést használják az ETC helyett: „ATC = fejlett technikai civilizáció. Olyan civilizáció, amely képes a galaxison keresztül kommunikálni, vagy még nagyobb technikai teljesítményekre is.”

Folytassuk a kapcsolódó SETI, CETI, SETA és METI kifejezésekkel! John Billingham javaslatára Jill Tarter megfogalmazott néhány specifikus definíciót a SETI és a CETI számára [6]: „SETI = a földönkívüli intelligencia utáni kutatás a mikrohullámú tartományban; passzív keresés a mikrohullámú spektrális ablakban olyan mesterséges eredetű jelek után, amelyek megjelenhetnek a természetes égi jelek között; a SETI kifejezést gyakran használják, mint a NASA SETI program rövidítését.” „CETI = kommunikáció a földönkívüli értelemmel; az orosz SETI programra használt rövidítés.”

Mindkét definíció nyilvánvalóan elavult. A második definíció (CETI) kapcsán szeretnék hivatkozni a *SETI Bulletin* („Vesznyik SETI”) kiadványra, amelyet az Orosz Akadémia *SETI* tudományos-kulturális központja ad ki (bár foglalkozik újdonságokkal a METI, ufológia, vagy az asztrobiológia terén is). Ez azt bizonyítja, hogy napjainkban az orosz szakemberek is a SETI kifejezést használják a régi CETI helyett.

A „COSETI Glossary of terms” [5] szerint a SETI meghatározása némiképp bővebb: „SETI = a földönkívüli intelligencia utáni kutatás. Ez ’passzív’ keresés, amelyben jelek után hallgatódzunk. Jelenleg nem tartalmazza az ’aktív’ kisugárzást, legyen az akár a mikrohullámú, akár az optikai tartományban. Ha egy ilyen jelet kisugárzunk, e tevékenységet CETI-nek nevezzük – kommunikáció földönkívüli intelligenciával. A modern SETI a földönkívüli intelligencia elektromágneses sugárzásának keresésére korlátozódik. Nem tesz előzetes feltételezést arról, hogy jelek továbbítása tekintetében melyik az elektromágneses színek legalkalmasabb része.” Ez azt jelenti, hogy e definíció szerint a CETI és a METI (üzenetküldés a földönkívüli intelligencia felé) jelentése azonos, ami nyilván téves, ha figyelembe vesszük a „klasszikus” CETI kifejezés eredetét és történetét. A COSETI ezenkívül – szerintem jogosulatlanul – különbséget tesz „MSETI = mikrohullámú SETI”, illetve „OSETI = optikai SETI” között. Utóbbi szerinte magában foglalná az elektromágneses színek távoli infravörös, infravörös, közeli infravörös, látható és ultraibolya tartományait is.

A SETI tömör definíciója a SETI 2020 könyvben. „SETI = a földönkívüli értelem utáni kutatás. Passzív keresés a színek mikrohullámú, infravörös/látható tartományaiban mesterséges eredetű jelek után, amelyek megjelenhetnek a természetes eredetű sugárzásban.”

Ez a fajta definíció azonban nem elégíti ki minden szakembert, elsősorban azok tiltakoznak, akik másféle, ugyancsak földönkívüli civilizációk által létrehozott jelenségek, és nem egyszerűen elektromágneses hullámok után kutatnak. Az ilyen típusú tevékenységet néha „SETA = kutatás

földönkívüli tárgyi leletek után” elnevezéssel különböztetik meg, de többnyire a SETI részének tekintik, ahol a kutatás másféle eszközökkel folyik.

Más a helyzet a METI-vel és az „aktív SETI” kísérletekkel. (Az sem világos, hogy hol húzódik a határ a kettő között.) A METI egyik fő propagálója, Alexander Zajcev kategorikusan állítja: „METI = üzenetküldés az ETI-nek, ami az emberi tevékenység alapvetően új formája – üzenetek küldése hipotetikus kozmikus társaink felé.” „A METI feladata az, hogy megpróbáljon válaszolni a kérdésre, hogy a tudat univerzális jelenség-e.” „Az üzenetküldés nélkülözhetetlen ahhoz, hogy tudatot vigyen az Univerzumba.” [7] De ezekkel a kijelentésekkel szemben a METI-t hivatalosan nem tekintik a SETI részének, vagy kutatásnak egyáltalán.

Konklúzióként úgy vélem, hogy napjainkban a SETI gyűjtőfogalom, egész sor olyan tevékenység közös neve, amely a tudományon alapul, célja pedig az, hogy földönkívüli technikai civilizációk üzeneteit, jeleit vagy tárgyi leleteit fedezze fel. Léteznek a SETI olyan „alcsoportjai”, mint a MSETI, OSETI vagy SETA, de az egész, multidiszciplináris erőfeszítés megérdemel egy közös, jól definiált elnevezést.

### 3.2 Lakhatóság, lakható zóna

Mi a *lakhatóság* kifejezés jelentése? Általában a *lakható bolygó* kifejezésben fordul elő, anélkül, hogy figyelembe venné magának a *lakható* szónak a többértelműségét, és anélkül, hogy utalna egyéb *lakható* égitestek (mint például holdak, kisbolygók vagy éppen barna törpék) lehetőségére. Az irodalomban egy bolygót általában akkor tekintenek lakhatónak, ha élet létrejöhet, fejlődhet és fennmaradhat a felszínén (beleértve az intelligens életet vagy a civilizációkat is). De az égitestek valóban csak akkor tekinthetők lakhatónak, ha ott keletkezett, „benszülött” életformákkal rendelkeznek? És, ha az élet nem a felszínükön, hanem valahol a belsejükben létezik? Vajon a mi Holdunk lakhatónak tekinthető-e, mert egy tucatnyi élőlény (űrhajós) bizonyos időt töltött a felszínén? Ezek a problémák azt jelzik, hogy a lakhatóság definíciója ellentmondásos. Mit kezdhetünk például egy olyan definícióval, hogy „lakható = külseje vagy belseje alkalmas az életre” [8] – anélkül, hogy válaszolnánk a fentebb felvetett kérdésekre?

A zavar még nyilvánvalóbb a gyakran használt *lakható zóna* kifejezés esetében. Az igazán alapvető SETI 2020 könyv csak azt írja, hogy „1961-ben ... a Lakható Zóna egyszerű és megállapodott elképzelésnek számított. Azt a távolságot jelentette egy csillagtól, ahol bármely bolygó felszínén fennmaradhat a folyékony víz.” És „A Lakható Zóna helyzete valamely csillag körül változik az idővel.” [2]. De a könyvet lezáró magyarázatos szójegyzék („Glossary”) szerint „Lakható zóna = az a régió valamely csillag körül, amelyben a hőmérséklet lehetővé teszi az élet létezését; ha egy égitest túl távol van a csillagától, akkor túl hideg az élethez; ha egy égitest túl közel van a csillagához, akkor túl forró az élethez. Az értelmezés egy idő óta megváltozott.”

Részletesebb definíció található Shostak könyvében [9]: „Egy bolygó, amely igényt tart a lakhatóságra – a definíció értelmében – központi csillagának „lakható zónájában” található. Ez a konvencionális definíció szerint azon távolsági korlátok közötti térrészt jelenti, amelyben egy nagyjából Föld-szerű égitesten folyékony víz lehet. A lakható zóna belső határa ott húzódik, ahol a bolygó óceánjai szükségszerűen felforrnak, a külső határ ott húzódik, ahol minden víz folyamatosan fagyott állapotban, jégként létezik.”

Hasonló definíciót sok könyvben találhatunk, például [10]: „Egy csillag körüli lakható zóna (HZ) úgy definiálható, mint az a térség, ahol egy bolygó felszínén a hőmérséklet megengedi folyékony víz létezését. E térrészen kívül vagy túl hideg vagy túl meleg van...”, vagyis a lakhatóság csakis a központi csillagtól mért távolság függvénye.

Napjainkra világossá vált, hogy számos probléma van ezzel a klasszikus definícióval: 1/ a felszíni hőmérséklet nemcsak a központi csillagtól mért távolságtól függ, hanem a bolygó légkörének sűrűségétől és összetételétől is, ami viszont a bolygó tömegének is függvénye; 2/ számos belső hőforrás létezik (árapályfűtés!), ami képes a felszín alatt óceánokat fenntartani; 3/ egyáltalán nem nyilvánvaló, hogy a folyékony víz az élet létezésének *elégészes* feltétele; 4/ szinte

minden bolygó vagy hold lakható valamely fejlett technikai civilizáció jól felszerelt űrhajósai számára stb. De a lakhatóságra elfogadott definíció erőteljesen befolyásolja idegen civilizációk felfedezésére irányuló kutatásaink stratégiáját, továbbá a SETI és az asztrobiológia, vagyis az élet utáni kutatás kapcsolatát, különös tekintettel a lakható exobolygók keresésére.

Ahogy Seeger megfogalmazta [11]: „A klasszikus megközelítés feltételezi, hogy a legvalószínűbb helyek, ahol mikrohullámú sugárzásuk által felfedezhető földönkívüli társadalmakat találhatunk, hasonlóak a Naprendszerhez...”

Erről a témáról az a véleményem, hogy a *lakható zóna* fogalma teljesen elavult, és egyáltalán nem szabadna használni a SETI-vel kapcsolatban. Ami a *lakhatóságot* illeti, mindig hozzá kellene tenni, hogy milyen értelemben tekintünk egy bolygót (vagy más égitestet) lakhatónak (lásd fentebb).

### 3.3 Idegen élet

Közismert, hogy az élet pontos definícióját nem ismerjük. Az olyan próbálkozásokat, hogy „az élet egy élő szervezet jellegzetes állapota” nem lehet komolyan venni. Még nehezebb az „idegen élet” definiálása. A The Free Dictionary [8] szerint „idegen élet az, ami a Földön kívül keletkezett”. Ez azonban nem egyértelmű meghatározás, ha figyelembe vesszük primitív életformák vándorlásának lehetőségét egyik égitestről a másikra – legalábbis egy bolygórendszeren belül. Minthogy jelenleg is folyik primitív életformák keresése a Mars felszínén (és később valószínűleg a felszín alatt is), el kell dönteni, vajon „idegen életnek” tekintünk-e minden ott felfedezett életformát, vagy csak azokat, amelyeknek nincs a földi élettel közös eredetük.

### 3.4 Intelligencia, kultúra, tudat

E kifejezések kétségkívül a társadalomtudományok szókészletébe tartoznak. Ha definíciójuk után kutatunk az interneten, nem kapunk kielégítő eredményeket, ami érthető is, ha figyelembe vesszük a fentebb definiált „egyedülállósági problémát”. De minthogy a SETI mindenképpen intelligenciát, tudatot és kultúrákat keres, egy az emberiségtől független definíció szükséges lenne. A tudat, mint kifejezés különösen nehéz, mivel a tömör definíció „olyan éber észlelő állapot, amelyben tudomásod van saját magadról és helyzetedről” kétségkívül antropocentrikus. De hasonló a probléma az intelligencia definíciójával is: „annak képessége, hogy tudást elsajátítsunk és alkalmazzunk”. Sajnos az ilyen definíciók aligha lesznek alkalmasak arra, hogy eldöntsük, hogy egy csillagközi üzenet küldője intelligens és tudatos lény-e vagy sem.

### 3.5 Civilizáció, technikai civilizáció

Már korábban említettük, hogy a SETI a földönkívüli civilizációk nyomait kutatja, nem pedig magát a földönkívüli intelligenciát. De mi is egy civilizáció? A Free Dictionary [8] nyilvánvalóan antropocentrikus definíciót ad: „Az intellektuális, kulturális és anyagi fejlettség magas szintű állapota egy olyan emberi (!) társadalomban, amely előrehaladott a művészetekben és a tudományokban, használja az írást tapasztalatai rögzítésére, és komplex politikai és szociális intézményekkel rendelkezik.”

A SETI szakértői általában célként az olyan technikai civilizációk keresését javasolják, amely képes rádiójelek kibocsátására. De ez meglehetősen konzervatív álláspont, hiszen elvben a SETI egy nagyon fejlett technikai civilizáció másféle termékeit is felfedezheti, nemcsak a rádiójeleit. Ez nem is új gondolat, hiszen számos kutatás indult már technikai civilizációk nem rádió (és nem is optikai) nyomainak keresésére.

### 3.6 ETI felfedezés, üzenet, jelzés (jel, vagy tárcsahang), tárgyi lelet

Amikor a földönkívüli intelligencia lehetséges felfedezési típusait klasszifikáltuk a Rio skálával [2], akkor mindhárom kifejezést használtuk: *jelzés (beacon)*, *üzenet és földönkívüli tárgyi lelet*. A *jelzés (beacon)*, amelyet néha a telefonban jelentkező, bűgő tárcsahanghoz hasonlítanak, nyilvánvalóan

földönkívüli jel, amelynek azonban nincs igazi információtartalma. Az *üzenet* „olyan rövid kommunikáció, amelyet szavakkal, jelekkel vagy más módon közvetítenek személyek, állomások vagy csoportok között.” Általában nem jelent problémát a kettő megkülönböztetése. De valóban annyira egyszerű megkülönböztetni egy üzenetet egy jeltől, ha valami nyilvánvalóan mesterséges és földönkívüli eredetű jelenséget rögzített a rádiótávcsövünk? Nem hiszem. Ami egyszerű tárcsahangnak tűnik az első pillanatban, annak később rájöhethetünk az információtartalmára (lásd Sagan: *Kapcsolat* c. regényét). Valójában elég nehéz elfogadni azt a feltételezést, hogy egy földönkívüli technikai civilizáció egyáltalán küldhet egyszerű jelzéseket, hiszen maga a beacon is elárulhat sokféle információt, például a kisugárzás helyéről és a jelet kisugárzó civilizációról.

Eddig nem túl sokat írtak a szakirodalomban a *földönkívüli tárgyi leletek* kereséséről. Még az is kérdéses, hogy a témakör egyáltalán a SETI keretébe tartozik-e. De az igazi probléma a jövőben (már ebben a században) az lesz, hogy hogyan döntsük el, hogy egy akár a világűrben, akár a Naprendszer egyik égitestének felszínén talált tárgy földi vagy földönkívüli eredetű-e. A jelenlegi helyzet olyan, hogy az emberiségnek nincs teljes „katalógusa” a világűrben vagy más égitesteken (bolygók, holdak, kisbolygók) elszórt, földi eredetű tárgyakról, amelyek az egyre nagyobb számban a Naprendszerbe küldött űrszondák maradványai.

Seeger véleménye szerint azonban [11] a SETI célja végső soron „egy egyértelműen nem emberi eredetű tárgyi lelet felfedezése”. Ilyen értelmezésben egy „felfedezés” eredményét akkor is földönkívüli eredetű tárgyi leletnek nevezi, ha az jelzés vagy üzenet.

### 3.7 A Drake-formula

A kezdet kezdetétől a Drake-formula volt szinte minden SETI publikáció hagyományos kiindulópontja. Annak ellenére, hogy nyilvánvalóan nem arra készült, hogy segítségével kiszámítsák a földönkívüli civilizációk számát az Univerzumban, mégis népszerűvé vált, mint a SETI tevékenység „vezérmotívuma”. Szinte mindenki egyetértett abban, hogy tényezői – különösen az egyenlet második felében lévők – teljesen ismeretlenek. Mindazonáltal az egyetlen olyan formulának tekintették, amely alkalmas a lehetséges partner-civilizációk számának becslésével kapcsolatos problémák elrendezésére.

De az egyenlet bizonyos faktorainak definiálása kritikus probléma. A Jill Tarter által [6]-ban adott definíció szerint „A Drake-formula:  $N = R_o \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$ , ahol ...  $n_e$  a központi csillagtól alkalmas távolságban lévő (bolygók) átlagos száma” és  $N$  egyáltalán nincs definiálva. Egy másik, Seth Shostak által javasolt definíció szerint [9 181. oldal] „A Drake-formulában  $N =$  azon galaktikus civilizációk száma, amelyek jelenleg rádió-kapcsolatot keresnek (vagyis a jelenleg sugárzó galaktikus civilizációk száma);  $L =$  mennyi idő telik el attól a pillanattól, amikor egy civilizáció felfedezi a rádiót egészen addig, amíg elpusztítja önmagát, vagy eltűnik.”

Valójában az  $N$  értelmezése kezdettől fogva bizonytalan. Tényleg azon technikailag fejlett civilizációk száma *Galaxisunkban*, amelyek jelenleg megkísérlik felvenni a kapcsolatot az emberiséggel? Vagy a fejlett technikájú civilizációk jelenlegi száma kozmikus környezetünkben? (Ebben az esetben  $N$  legalább egy, hivatkozással az emberi civilizációra.) Vagy  $N$ -t nem szabad a mi Tejútrendszerünkre korlátozni, mert tartalmazhatja más galaxisok szupercivilizációit is?

Az  $L$  jelentése is kritikus lehet, mivel a Drake formula  $N = x \cdot L$  egyszerűsített változata szintén népszerű. Vajon  $L$  a civilizációk „átlagos élettartama”, ahogy Bracewell javasolta [13], vagy csak az az időtartam, ameddig kapcsolatba kívánnak lépni idegen civilizációkkal? (Ezen utóbbi esetben figyelembe kell vennünk azt is, hogy az idegen civilizációknak a kapcsolatteremtéshez, illetve az üzenetek sugárzásához való hozzáállása időről időre változhat.) Egy civilizáció technikai színvonala és hozzáállása ingadozhat (ahogy ez a Földön is gyakran megtörtént), s ebben az esetben az  $L$  becslése még nehezebb.

De az igazi probléma az  $n_e$  tényező, vagyis a bolygók átlagos száma a központi csillagtól alkalmas távolságban. Kell-e, hogy egy fejlett technikai civilizáció valóban egy földszerű bolygón éljen és arról sugározzon? 1961-ben, amikor Frank Drake ezt a formulát javasolta, az emberiség

még jóval az Apollo program előtt volt, és még egyáltalán nem indított bolygószondákat. De napjainkban, mint Seth Shostak írta [9 199. oldal]: „Az élet nem szükségszerűen és örök időkre korlátozódik arra az égitestre, ahol született.” És „Továbbá, ha a technikai társadalmak képesek csillagtól csillagig eljutni, akkor a Drake formula (*és a lakható zóna koncepciója! A.I.*) érdektelen a SETI sikerének esélye szempontjából.” [9 183. oldal] Saját következtetésem a következő: az űrkutatás és az asztronautika elmúlt 47 évében elért eredményei alapján, amikor a földönkívüli technikai civilizációk nyomait vagy üzeneteit keressük, ne korlátozzuk erőfeszítéseinket kizárólag a Nap-típusú csillagok „lakható zónáiban” lévő, földtípusú bolygókra. A technikai civilizációk számára sokkal gazdagabb lehet a kellemes helyek listája, mint ahogy ezt korábban véltük.

### 3.8 A Fermi-paradoxon

A híres *Fermi-paradoxon* („Hol vannak a többiek?”) pontos definíciója szintén hiányzik annak ellenére, hogy egy kiváló könyv jelent már meg a témáról [14]. A paradoxon csak akkor létezik, ha feltételezzük, hogy nincsenek olyan ismeretlen erők, amelyek csillagközi távolságokon meggátolják az áttelepülést. És a „többiek” kategóriába beletartoznak-e az automata űrszondák, vagy a rádióüzenetek is – ami a Fermi-paradoxon „erősebb változatát” jelentené?

Enrico Fermi nyilvánvalóan csak a valódi űrutazásokra gondolt, amikor 1950-ben felvetette híres kérdését, amely G. Goebel megfogalmazása szerint [15] a következőképp hangzott: „Feltételezve, hogy a csillagok átlagos távolsága mintegy 10 fényév; továbbá, hogy egy csillagközi utazás a fénysebesség 10%-ával megvalósítható; továbbá, hogy átlagosan egy csillagközi kolónia létrejötte után 400 évvel képes két újabb csillagközi expedíciót indítani, ... akkor ez 5 millió éven belül az egész Tejútrendszer gyarmatosításához vezetne.” Később hozzáteszi, hogy „ha létezik egy csillagközi civilizáció, akkor jelenléte nyilvánvaló, mihelyt egyáltalán törődünk a keresésével.” A SETI 2020 könyv [2] ilyen formában foglalkozik a paradoxonnal: „Fermi arra következtetett, hogy ha a csillagközi utazás lehetséges, akkor meglehetősen zsúfoltságnak kellene itt lennie. Fermi feltette, hogy a csillagközi utazás vagy lehetetlen, vagy annyira nehéz, hogy senki sem veszi hozzá a fáradságot, mivel nem éri meg az erőfeszítést.”

Napjainkban, a SETI kutatások 48. évében, fel kell vetni a kérdést, hogy a Fermi-paradoxon tényleg csak az idegenek jelenlétének hiányára vonatkozik-e, vagy arra is, hogy nem találunk idegen csillagközi szondákat, sőt csillagközi üzeneteket sem? Valószínű, hogy az utóbbi két esetben túl korai lenne arra a következtetésre jutni, hogy „a bizonyíték hiánya egyben a hiány bizonyítéka”. Következtetésem hasonló ahhoz, mint amit az internet „Birth certificate” nevű honlapján találtam [16]: „A Világegyetem mérete és kora miatt készek vagyunk hinni abban, hogy sok technikailag fejlett civilizációnak kell léteznie. Viszont ez a hit logikailag nem egyeztethető össze azzal, hogy alátámasztására nincs megfigyelési bizonyítékunk. Vagy a kezdeti feltevés nem helyes, és a technikailag fejlett, intelligens élet sokkal ritkább, mint gondoltuk; vagy jelenlegi megfigyeléseink nem kielégítő színvonalúak, ezért nem fedeztük még fel őket; vagy a keresési módszereink hibásak, és nem a helyes irányba kutatunk.”

## 4. „Tartós, univerzális kifejezések”: új feladat a SETI terminológia keretében a csillagközi kommunikáció elősegítésére

Az idegenekkel való kommunikáció közös nyelvet igényel, vagy valamiféle nyelvhelyettesítőt, mint például a gesztusok, az arckifejezések vagy a viselkedés. A klasszikus CETI (Communication with Extraterrestrial Intelligence) esetében nincs más lehetőség, mint valamiféle természetes vagy mesterséges nyelv, vagyis szavak, hangok vagy képek. De a földi élőlények közötti kommunikáció hagyományokon alapul, továbbá a közös környezeten és a közös biológián is. Az üzenetek és

közlések félreértése igen gyakori még olyan emberek között is, akik ugyanazt a nyelvet beszélik, és ugyanabban a környezetben élnek. Ezért több mint kétséges, hogy saját kommunikációs eszközeink hatékonyan használhatók-e egy olyan idegen civilizáció üzenete esetében, amelynek eltérő hagyományai vannak, teljesen különböző a környezete, és biológiája is nagyon különbözik a mienktől. Remélheti-e egy emberi lény, hogy üzenetét akár egy nagyon okos idegen is megérti (és nem félreérti)?

Lehetetlennek tűnik a földi kommunikációs helyzetekben valamiféle analógiát felfedezni, még olyan népcsoportok kapcsolatkeresése esetében sem, amelyek kultúrája, nyelve és hagyományai nagyon különbözőek. Mindazonáltal a keresést nem szabad feladni. Íme egy biztató példa:

Paul Ekman, pszichológus, amikor Papua Új Guineában a Fore törzs tagjainak kultúráját tanulmányozta, megszerkesztette az alapvető *érzelmek* listáját. Megfigyelte, hogy ennek az izolált, kőkorszaki szinten lévő kultúrának a tagjai megbízhatóan azonosították bizonyos érzelmek kifejezését olyan emberek fényképein, akiknek kultúrája számukra teljesen idegen volt. Az arckifejezések segítségével sikerült leírniuk a megfelelő szituációkat. Ennek alapján arra a következtetésre jutott, hogy bizonyos érzelmek alapvetőek, vagyis biológiailag univerzálisak minden ember számára. [17]

A talált kifejezések a következők: szomorúság, boldogság, düh, félelem, undor, meglepetés. (Az 1990-es években Ekman kiegészítette listáját és az alapvető érzelmek száma elérte a 15-öt.)

Mivel olyan kifejezéseket szeretnénk összegyűjteni, amelyek *esetleg* érthetőek egy földönkívüli intelligencia számára, aki

1/ sokkal idősebb és bölcsebb nálunk;

2/ a mienkétől nagyon eltérő kommunikációs rendszerrel (nyelvvél) rendelkezik;

3/ olyan környezetben él, amely a földitől teljesen eltérő lehet;

4/ nem ismeri a Földön domináló biológiát, vagy nagyon különböző biológiai felépítésű;

ezért javaslom a nyelvészeknek és antropológusoknak, hogy kezdjenek olyan kifejezéseket gyűjteni, amelyek eleget tesznek az alábbi három kritériumnak:

1. *időbeli stabilitás (vagyis a kifejezés jelentése évezredekig változatlan)*

2. *a földrajzi helyzettől való függetlenség (vagyis hasonló jelentés a különböző nyelveken – noha természetesen különböző szavakkal kifejezve)*

3. *ne legyen kapcsolata sem a földi környezettel, sem a földi biológiával.*

A továbbiakban néhány példát sorolok fel (beleértve azokat az érzelmeket is, amelyeket Ekman talált) azzal a céllal, hogy a nyelvészek ebből a szempontból tanulmányozzák őket:

*hit, kétség, önzetlenség, kommunikáció, kíváncsiság, szomorúság, boldogság, düh, félelem, veszély, undor, meglepetés, élet, halál, kevesebb, több, nagyobb, kisebb*

(Végső soron ennél sokkal több és sokkal kevesebb is lehet.)

Néhány érzelemről, amelyek nem szerepelnek e rövid listában tudjuk, hogy egyéni jellemző sajátosságot fejeznek ki, és azonos értelemben nem szerepelnek más nyelvekben; például „szerelem” a nyugati kultúrákban teljesen pozitív érzelm, viszont Kínában a szomorúsághoz közeli, negatív érzelmnek tekintik. [18]

Azokat a kifejezéseket, amelyek végül tartósnak, univerzálisnak és mind a környezettől mind a földi biológiától függetlennek bizonyulnak, össze kellene gyűjteni és felhasználni abban a hipotetikus esetben, amikor a földönkívüli értelemmel való kommunikáció hirtelen végrehajtandó feladattá válik. Javaslom, hogy ezeket a kifejezéseket *Lasting Universal Terms (LUT)* néven tartsuk nyilván.

## **Következtetések**

Pontos definíciókra nemcsak a matematikában van szükség, hanem fontos szerepet játszanak minden kommunikációban, például különböző nyelven beszélő emberek között, vagy amikor egy évszázadokkal ezelőtt, régies nyelven íródott könyvet olvasunk ... és kétségkívül különösen akkor, ha létrejönne a csillagközi kommunikáció az emberiség képviselői és egy idegen civilizáció képviselői között.

„Nagy a bizonytalanság akkor, amikor az érzelmeket kellene definiálni és osztályozni. De az érzelmelek – írja Ekman – arra valók, hogy akár az emberek közötti, akár az emberek és az állatok közötti találkozások kezelhetőek legyenek.” [18] Vagy talán az emberiség és egy idegen civilizáció közötti is? A LUT kifejezések tanulmányozásának javasolt útja, továbbá ezek közül egy alapszótár összeválogatása, kis lépés lehet a helyes irányba.

A feladat nagyszerű és időszerű. Ahogy Seeger megfogalmazta [11]: „erőteljesen érvelni amellet, hogy odakinn nincs senki, csak azért, mert még nem fedeztük fel őket, illetve ők sem látogattak még meg bennünket, ugrásnak tűnik a vad rosszkedv világába – teljesen egy színvonalon a másik szélsőséges állásponttal. Az emberiség számára nem látszik más menedék, mint folytatni a kutatást, ahány fronton csak lehetséges. És kívánatosnak látszik, hogy ezt most tegyük meg, mind gyakorlati, mind tudományos, mind metafizikai szempontból.”

## **Köszönetnyilvánítás**

A szerző köszönetet mond Allen Tough professzornak, mint kezdeményezőnek és támogatónak, továbbá az IAA SETI Állandó Munkacsoportnak, amely felkérte őt a 2008-as Billingham Cutting-Edge Lecture glasgowi bemutatására. Szeretném kifejezni mély tiszteletemet Dr. John Billingham, az IAA SETI Bizottság korábbi elnöke iránt, akivel társelnökként szerencsém volt több, mint egy évtizedig együttműködni. Köszönöm Dr. Galántai Zoltán baráti támogatását az előadás előkészítésében.

## Irodalomjegyzék

### REFERENCES

- 1 Astronautical Terminology, Acta Astronautica Special Issue (Guest editor: I. Almar) AA Vol. 50 No.2 2002
- 2 *SETI 2020: A Roadmap for the Search for Extraterrestrial Intelligence* SETI Press Mountain View, R. Eckers, K.Cullers, J.Billingham, L.K.Scheffer eds. 2002
- 3 Finney, Ben: SETI, Consilience, and Unity of Knowledge in: *When SETI Succeeds: The Impact of High-Information Contact* The Foundation for the Future, ed.: A. Tough, Washington DC 2000 p.139
- 4 Dick, Steven: Cultural Aspects of Astrobiology in: *When SETI Succeeds: The Impact of High-Information Contact* The Foundation of the Future, ed.: A. Tough, Washington DC 2000 p.147
- 5 COSETI (Columbus Optical SETI Observatory) Glossary of Terms  
<http://www.coseti.org/glossary.htm>
- 6 Tarter, Jill “*Suggested Inclusions for IAA Dictionary from NASA SETI Program*” manuscript
- 7 Zaitsev, Alexander: *The SETI Paradox* Bull. Spec. Astrophys. Obs. Vol. 60 2006
- 8 The Free Dictionary <http://www.thefreedictionary.com>
- 9 Shostak, Seth: *Sharing the Universe* Berkeley Hill Books, Berkeley, 1998
- 10 Jakosky, Bruce *The Search for Life on Other Planets* (Cambridge Univ. Press) 1998.
- 11 Seeger, C.: *Strategic considerations in SETI, and a microwave approach* Acta Astronautica Vol. 6 pp.105-127 1979
- 12 Rio Scale <http://www.setileague.org/iaaseti/rioscale.htm>
- 13 Bracewell, R.N.: *An extended Drake’s equation, the longevity-separation relation, equilibrium, inhomogeneity and chain formation* Acta Astronautica Vol. 6 pp. 67-69 1979
- 14 Webb, Stephen *Where is Everybody? Fifty Solutions to the Fermi Paradox and the Problem of Extraterrestrial Life* (Copernicus Books New York) 2002.
- 15 Goebel, Greg *SETI: Search for Extra-Terrestrial Intelligence* 2007  
<http://www.vectorsite.net/taseti.html>
- 16 Birth Certificate SETI <http://www.gov-certificates.co.uk>
- 17 Ekman, P. and Friesen W.V.: *The Repertoir of nonverbal behaviour* Semiotica 1 pp.49-98 1969
- 18 Ekman Paul in *Handbook of Cognition and Emotion* (ed. T. Dalgleish and M. Power) Sussex UK. John Wiley and Sons Ltd, 1999