

	1. palack tömege üresen	2. palack tömege üresen	3. palack tömege üresen	4. palack tömege üresen
	1. palack tömege vízzel	2. palack tömege vízzel	3. palack tömege vízzel	4. palack tömege vízzel
1. nap		–	–	–
2. nap			–	–
3. nap				–
4. nap				
5. nap				

#### 4. nap

Vegyük ki a palackokat, rakjuk sorba és figyeljük meg az alakjukban bekövetkező változásokat, és hasonlítsuk össze egy még eredeti állapotban lévő palackkal! Csapvíz hőmérsékletű vízben olvasszuk ki a jeget az 1., 2. és 3. palackból! Ismét töltsük meg őket

az első napi módon! Mérjük meg a tömegeiket és jegyezzük fel! Töltsük fel a 4. sorszámú palackot és mérjük meg a tömegét, és azt is rögzítsük a jegyzőkönyvben! Helyezzük el mind a négy palackot a mélyhűtőben!

#### 5. nap

Vegyük ki a palackokat, rakjuk sorba és figyeljük meg az alakjukban bekövetkező változásokat, és hasonlítsuk össze egy még eredeti állapotban lévő palackkal! Csapvíz hőmérsékletű vízben olvasszuk ki a jeget mind a négy palackból! Ismét töltsük meg őket az első napi módon! Mérjük meg a tömegeiket és jegyezzük fel!

#### A kiértékelés

A mérést kiegészíthetjük fényképekkel, amelyek mérési eredményeket nem fognak szolgáltatni, de jól mutatják, hogy a víz miként „hízalja” meg a palackjainkat. Ábrázoljuk a palackok térfogatának növekedését a napok függvényében!

## KÖNYVESPOLC

### Almár Iván: KOZMIKUS TÁRSKERESŐ

Exobolygók, asztrobiológia és SETI a XXI. században

Kossuth Kiadó Zrt., Budapest, 2011, 191 oldal

A szerző legújabb könyve a címben szereplő roppant izgalmas téma aktuális aspektusait és eredményeit tárgyalja a tőle megszokott olvasmányos, logikus, alapos és szakszerű módon. Jelen könyve szerves folytatása e témában korábban megjelent munkáinak (*A SETI szépsége*, 1999, *Ha jövő, akkor világűr*, 2007). A félszáz éves kutatásnak ma már könyvtárnyi irodalma és számtalan részterülete van, tudománnyá vált, és régen túlnőtt a sci-fi világán.

A könyv három nagy témakör köré csoportosítja mondanivalóját: (1) Föld-szerű exobolygó(k) keresése, (2) földtől független életformá(k) utáni kutatás és (3) intelligens kozmikus technikai civilizációval való kapcsolatteremtés (SETI). A szerző e hármast a „SETI+” névvel jelöli. Nagy hangsúlyt fektet arra, hogy tisztázza az alapfogalmakat, és hogy világosan megmagyarázza, hogy ő (illetve mások) mit értenek az egyes fogalmakon, definíciókon; mennyire fontos, hogy „egy nyelven” beszéljünk.

A munka 6 fejezetre (*Bevezetés; Bolygót a bolygóhoz; Életet az élethez; Értelmet az értelemhez; Halló! Hát nincs ott senki?; Befejezés*) és egy függelékre tagolódik. Almár Iván könyvét több személyes él-

ménnyel is tarkítja: leírja részvételét és szerepét a SETI-vel foglalkozó különböző nemzetközi bizottságokban, szervezetekben, közvetlen kapcsolatait a téma világhírű művelőivel (*F. Drake, D. Brin, S. Shostak, P. Shuch, J. Tarter, B. Oliver, R. Bracewell, J. Billingham, A. Zajcev, Marx Gy.* és mások). Több magyar kutató jelenleg is eredményesen dolgozik a különböző – a „SETI+”-hoz kapcsolódó – programokban, itthon és külföldön egyaránt.

A második fejezetben részletes összefoglalót kapunk az *exobolygók* felfedezésének módszereiről (spektroszkópiai, fotometriai és asztrometriai módszer, gravitációs-lencse-hatás, direkt leképzés), ezek használhatóságáról. Tény, hogy e módszerekkel – 1995–2011 között – körülbelül 1500 exobolygót sikerült felfedezni, köztük Föld típusú kőzetbolygókat is. A Föld igazi „ikertestvérére” („Föld 2.0 verzió”) azonban eddig még nem akadtunk rá.

A harmadik fejezet a *Földön kívüli élet* kérdését boncolgatja. Az élet definíciója azonban igen nehéz. A szerző rámutat arra, hogy az *asztrobiológia* nem ragadhat le a földi típusú élet keresésénél, amely első sorban a szén, hidrogén, nitrogén, oxigén, foszfor,

kén elemekre épül (CHNOPS-csoport). A „keresd a vizet, a CHNOPS-csoportot és a kellemes meleget” elv jónak látszik, de léteznek a Földön is *extremofil* organizmusok, amelyek hihetetlen szélsőséges körülményeket képesek igen hosszú ideig elviselni. Talán a „keresd az ammóniát és az arzént” stratégia is jó lehet – erről semmit sem tudunk. Esetleg életet találunk a Marson vagy az óriásbolygók egyik-másik holdján (akár metán-etán környezetben). Az élet jelenlétére utaló *biomarkerek* meghatározása és felkutatása ezért igen fontos. Sok vita tárgya a korábban elterjedt *lakható zóna* értelmezése is, hiszen egy bolygó felszíni hőmérséklete nagyon sok tényező függvénye (csillag színképtípusa, a tőle való távolság, bolygóléggör összetétele, felszíni nyomása, bolygótömeg, árnyék- és radioaktív fűtés, vulkánosság, felszíni vagy az alatti víz-, vagy szénhidrogén-óceánok stb.). A Naprendszeren belül kiemelten vizsgálándók a „Föld-analóg helyek”, például a Mars (ahol egészen biztosan volt víz és még mindig van) vagy az Europa és Enceladus holdak. Az élet szempontjából figyelmet érdemel a *pánspermia-elmélet* (S. Arrhenius, F. Hoyle, C. Wickramasinghe), amely a földi (és esetleg más) életet például üstökösök által szállított *kozmosz import*nak tekinti. Az azonban bizonyos, hogy a Földön kívüli élet cáfolhatatlan bizonyítékát még nem találtuk meg. Fontos hangsúlyozni, hogy a biomarkerek és a *technomarkerek* keresése eltérő technikát és stratégiát jelent; esetleges felfedezésük is eltérő jelentőségű.

A negyedik fejezet a *kozmosz intelligencia* kérdéseivel foglalkozik. Ez persze lehet hús-vér élőlény, *humanoid* (ha nem is szén alapon szerveződött) vagy *gondolkodó gép*. Mi is az intelligencia? Szükségszerűen létrejön-e, ha az élet kialakult? Igazából *technikai civilizációt* keresünk az Univerzumban, amely *elektromágneses* (rádió-, optikai) jeleket sugároz, mégpedig hosszú ideig. A küldött jelnek persze egyértelműen ki kell „fénylenie” környezetéből; az adott, igen keskeny (0,1–1 Hz) frekvenciasávban fényesebbnek kell lennie csillagánál, és feltűnő információtartalmat kell hordoznia (ezek a hagyományos SETI-programok). A jelenlegi programok közül kiemelkedik a SETI Institute 2005 óta folyó ATA (Allen Telescope Array) programja (Hat Creek Observatory, CA, USA), amely végső kiépítésében 350, egyenként 6,1 méteres összekapcsolt antennát tartalmaz majd, 10 000 m<sup>2</sup> (körülbelül 1,5 futballpálya) összfelülettel, amelyek a 0,5–11 GHz tartományban körülbelül 1 milliárd csatornát monitoroznak. A kiválogatott célcillagok (az úgynevezett *habstarok* = habitable star = *lakható zónájú csillagok*) száma több ezer. A projekt összköltsége >26 millió USD. Sajnos az anyagi források egy részét a NASA és a Nemzeti Tudományos Alapítvány (NSF) befagyasztotta. A könyv megjelenése utáni friss hír (2011. augusztus 15.): „A SETI Institute



magánadományoknak (200 ezer USD) köszönhetően ismét kutathatja az intelligens élet nyomát az intézet (egyelőre) 42 antennás rádióteleszkópjával.” A szerző megemlíti, hogy létezik egy SKA (Square Kilometer Array) nevű terv is, amely lényegében az ATA továbbfejlesztett, bővített változata (1 km<sup>2</sup> antennafelülettel). A kérdések és kételyek ellenére a Föld több pontján épülnek a SETI-programra specializálódott antennarendszerek, és a hatalmas földi és űrtávcsöveken (Keck, ESO VLT, CoRoT, Hubble, Spitzer, Kepler stb.) is biztosítanak valamennyi (optikai) megfigyelési időt az ilyen irányú kutatásokra.

A könyv hangsúlyos részét képezi a szerző által kidolgozott és javasolt különféle skálák (San Marino-skála [2005], Rio-skála [2000], London-skála [2010]) ismertetése. A Rio-skála egy, a SETI-témában tett felfedezés, a London-skála pedig a Földön kívüli élet felfedezésére vonatkozó bejelentés jelentőségének objektív értékelésére, számszerűsítésére szolgál. A skálák megalkotása nagy nemzetközi visszhangot váltott ki; a Rio-, illetve a San Marino-skála használatát az IAA (International Academy of Astronautics) SETI Állandó Munkacsoportja is ajánlja.

A könyv ötödik fejezete (*Halló! Hát nincs ott senki?*) a METI (vagy aktív SETI) problémáját tárgyalja; küldjünk-e jeleket, üzenetet, vagy válaszoljunk-e egy esetleges „telefonhívásra”? Ugyanis egyre hangosabbak azok, akik szerint nemcsak fülelni kell, hanem sugározni, jelentkezni is, hiszen „ha mindenki csak hallgatózik, akkor sohasem lesz kapcsolat” (A. L. Zajcev). Egy, csupán az ajtóresen hallgatózó civilizációt soha nem fognak felvenni a Galaktikus Klubba! Korábban volt olyan nézet, hogy a híradástechnika és az űrkutatás jövőtől egy kozmikus szemlélő számára a mikro-hullámú tartományban egyre inkább látszunk, ha akarjuk, ha nem. Ez azonban napjainkra változott a digitális technika és a keskeny nyalábban történő, célzott sugárzás miatt – a rádiótartományban már nem vagyunk olyan „ragyogók”, mint korábban. De vajon *kell-e* nekünk a kapcsolat, *kell-e* sugároznunk? *Stephen Hawking* nagyon óvatos. 2010-es véleménye az, hogy *nem kell, sőt veszélyes* (lehet) az *aktív* SETI. Jobb stratégia, ha hallgatunk és meglapulunk, mert ha kiabálunk, akkor esetleg még meghallja „valaki”, és abból igen nagy baj származhat a Homo sapiensre és a Földre. („Az idegenek szinte biztosan léteznek, de az emberek kerüljék el a kapcsolatot velük!”). Zajcev ezt az aggodalmat „METI-fóbiá”-nak nevezi.

Az ötletek 200 éves múltra tekintenek vissza, de – hitelt érdemlően – az első bináris rádiójeleket csak 1974-ben indították útjára Arecibóból (3 TW, 2,38 GHz, körülbelül 3 perc). A XX. század végétől megsaporodtak a kontrollálatlan üzenetküldések a csillagok felé, bár összességében alig érték el a félszáz órát. Vita tárgya, hogy bármely üzenetküldésre vagy

csak konkrét válasz tartalmára vonatkozzon-e szigorú nemzetközi kontroll, hiszen nagyon nem mindegy, hogy mosóporreklámot, a  $\pi$  értékét, a prímszámok sorozatát, vagy a finomszerkezeti állandót sugározzuk-e feltételezetten okos társainknak. Zajcev METI-párti, Michaud viszont óvatosságra int, és alapos haszon/kockázatelemzést javasol – ezt az álláspontot és a SETI folytatásának szükségességét képviseli a szerző is („Valóban csak a SETI az, amit az Univerzum kutatásának tartok, a METI egy rövid és céltalan kiáltás az ismeretlen kozmoszba, amelynek hangja szerintem fokozatosan elhal.” Almár Iván).

Mások éles kritikával illetik a futó programokat, és a korábbiól gyökeresen eltérő SETI-stratégiában gondolkodnak. Időközben a híres, fél évszázados *Drake-formula* is túlhaladottá vált; rájöttünk, hogy tényezőinek nem csupán értéke, hanem értelmezése is bizonytalan. A híres *Fermi-paradoxon* kapcsolatban („Hol vannak a többiek?”) tény, hogy eddig még nem találtunk senkit. De a „bizonyíték hiánya nem jelenti a hiány bizonyítékát”; a „Nagy Csönd” egyáltalán nem verifikálja, hogy egyedül vagyunk az Univerzumban. Magyarozatára sok válasz született (például tényleg egyedül vagyunk, vannak társaink, de még nem fedeztek fel bennünket, nem vagyunk elég érettek a kapcsolatfelvételre). Ezek egyike-másika tetszetős, de igazából nem tudunk semmit. A szerző is felveti: nem biztos, hogy jókor, jó irányban, jó frekvencián, jó stratégiával kutakodunk, és 50 év semmi az Univerzum életében. P. Morrison szerint: „a siker esélyeit nehéz meghatározni, ám ha sohasem kutatunk, esélyeink a nullával egyenlők”.

A hatodik, befejező fejezet a szerző körkérdésére a témával foglalkozó szakemberektől beérkezett válaszokat, véleményeket ismerteti. Ilyenek: az életet kell először megérteni, az ATA-projekt téves, az ATA-program bővítendő, a METI veszélyes, tovább kell kutatni az exobolygókat és légkörüket, túl „hangosak” a szkeptikusok, fontosak a különféle skálák, tovább kell fejleszteni a SETI- és METI-programokat és feldolgozásukat stb. Látszik, hogy a vélemények nagyon megoszlanak, és bár jelentősen felgyorsult a SETI fejlődése, áttörő eredmény nincsen. A szerző tudatában van annak is, hogy jelen könyvében számos, nagyon fontos témáról nem esik szó; felsorolja az okokat és a kimaradt témákat. A könyvet M. Michaud parafrázisával zárja: „...már azzal is beérnénk, ha a közgondolkodás kozmikus környezetünket, a közcselkvés pedig Földünk globális érdekeit figyelembe venné!”

A könyv függelékben ismerteti a témában született felelős petíciókat, deklarációkat (1982, 2010), valamint a szerző által megalkotott Rio-, San Marino- és London-skálákat egy-egy bejelentés értékének számszerű megítéléséről. A könyvet irodalomjegyzék, a rövidítések és szakkifejezések listája, valamint részletes név- és tárgymutató zárja. A kiadó és a nyomda is kiváló munkát végzett; a külső megjelenítés és a tipográfia méltó az értékes tartalomhoz.

A könyv szakszerű alaposággal járja körül a téma jelenlegi ismeretanyagát, és igen hasznos, kompakt olvasmány valamennyi, a Földön kívüli élet és intelligencia keresésének problematikája iránt érdeklődő számára.

Klopfér Ervin

## Jürgen Neffe: ALBERT EINSTEIN IGAZ TÖRTÉNETE

Fordította: Bozsoki Anna-Mária, a 13. fejezetet Gerner József

Typotex, Budapest, 2011, 596 oldal

*Albert Einstein* (1879–1955) sokadik életrajzát tartjuk a kezünkben. Egyelőre annyi a feltűnő a kötet fedőlapjáról, hogy a mű német nyelven jelent meg először 2005-ben a Rowohlt Verlagnál Hamburgban, majd az angol fordítása „No. 1. nemzetközi bestseller” lett az amerikai kiadás után, sőt a *Washington Post* amerikai napilap „Az év legjobb könyvé”-nek választotta. A kézbevétele után kiderül, hogy a hatalmas terjedelmű kötet 26 sűrűn szedett oldalon hivatkozik a szövegében olvasható tények forrásaira. Ezek Einstein levelei, amiket ő írt barátainak, vagy amiket hozzá intéztek, meg idézetek műveiből, róla szóló könyvekből, utalások újságcikkekre és egyéb hivatalos iratokra. Ebből arra kell következtessünk, Neffe ténylegesen egy minden eddigit felülmúló szándékozott életrajzot kívánt írni, még akkor is, ha mondandóját esetenként eléggé közvetlen hangon, úgyszólván regényesen adja elő. Ezt azért tartjuk fontosnak leszögezni, mert az a benyomásunk, sok eddigi ismeretlen, legalábbis háttér-

ben maradt körülménnyel szembeállítottunk az olvasás során. Ez annak elismerése mellett értendő, hogy e sorok írója ugyan sok mindent olvasott már Einstein életéről és alkotásairól, részben különösen érdeklődve magánemberként, részben a relativitáselméletben specializálódott elméleti fizikusként az elmúlt mintegy hatvan év során, mégsem állítja (sohasem állította), hogy mindent olvasott volna ezekről a témákról. (Azt is bevallja, valahogy ingadozó lelkesedéssel nézegeti az *RTL Klub* jeles kulturális műsorszámát, amely Einstein – függőlegesen csikokra szabdalva – portréjának bevezetésével kezdődik, hangsúlyozva ezzel, mennyire jellemzőnek tartják Einsteint a szerkesztők.)

Szóval: Neffe életrajzot írt, mégpedig sajátosat. Mindjárt az elején ezt sajátos bukfenccel kezdi. A helyett, hogy „szokás szerint” a szenzációs 1905-ös esztendő publikációs aranyosójával kezdené a tudós ifjú életének bemutatását, mindjárt az „1919: a sorsfordító