



150 SOR A XXI. SZÁZADI TUDOMÁNYRÓL

A csillagközi tér kapujában

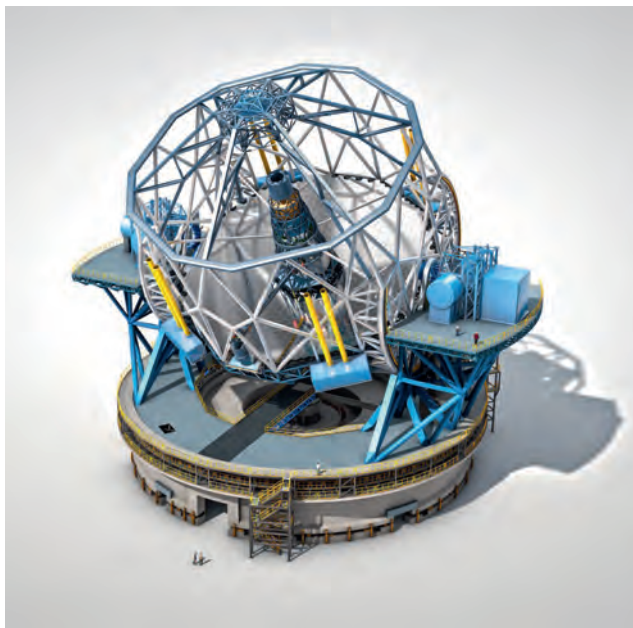
A tudományos-fantasztikus történetek jelentős hányada csillagközi birodalmakról, idegen lényekről, a velük való találkozásról, esetleg a földrajzi felfedezések intersztelláris térbe helyezéséről és a közben kialakuló bonyodalmakról szól. Ezekbe könnyű belemerülni, hiszen képzeletünk szárnyán fényévek millióira is el tudunk jutni pillanatok alatt. Érdekes kérdés, hogy a jelenkor csillagászata és űrkutatója mennyivel vitt közelebb minket a valójában óriási kozmikus szakadékkal elválasztott közeli csillagok világához.

A szédítő távlatok megértéséhez érdemes felidézni, hogy míg a Föld–Hold távolságot a fény alig 1,3 másodperc alatt teszi meg, a Nap sugárzása 8 perc alatt jut el a Földre, az óriásbolygókig pedig fényórás távolságokat kell áthidalni, addig a legközelebbi csillag, a Proxima Centauri 4,24 fényév távolságban van, ami az űrtechnológia mai fejlettsége mellett áthidalhatatlan távolság. A valaha legtávolabbra jutott ember készítette eszköz, a Voyager-1 űrszonda 42 éve indult útjára és jelenleg 20 fényóra távolságban található. Ezt már a csillagközi térnek tekintjük, mivel immáron nem a Napból érkező részecskék és sugárzások dominálják a szonda körüli világűrt, ám vegyük észre, hogy még a legközelebbi csillag is közel kétezerszer(!) messzebb található. Általában közeli csillagnak szokás tekinteni a nagyjából 30 fényév távolságon belüli égitesteket, amelyek így akár húszezerszer is távolabb vannak, mint ameddig a Voyager-1 bő négy évtized alatt eljutott, azaz a valódi csillagközi tértől még eszméletlenül messze vagyunk. Mégis, miért váltak igazán érdekessé a 2010-es évek második felében a pusztán csillagászati értelemben közeli csillagok?

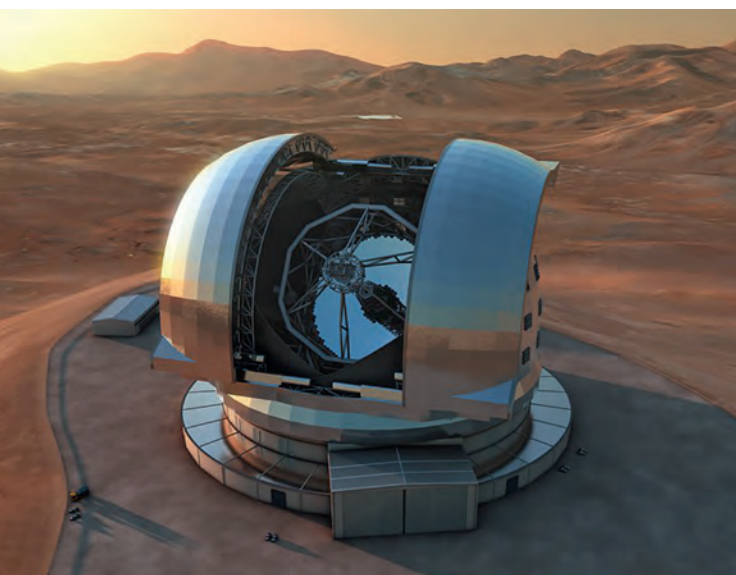
A választ az extraszoláris bolygók, azaz a Naprendszeren kívül, más csillagok körül keringő planéták adják. 1995-ben kevesen hitték volna, hogy az 51 Pegasi jelzésű, Napunkhoz hasonló csillag körüli bolygótárs felfedezése után micsoda diadalmenet következik. A röviden csak exobolygóknak hívott égitestek kimutatását csillagokra gyakorolt piciny hatásaik teszik lehetővé, ezért az exobolygók felfedezéséhez szükség volt az ezredforduló tájékán elérhető legpontosabb csillagászati mérés technikákra. Jelen sorok írásakor szinte pontosan

4000 exobolygót ismerünk, melyek többsége ún. fedési exobolygó: minden keringésük során egyszer elhaladnak csillaguk korongja előtt, így lecsökkentik a felénk érkező fény mennyiségét, amit az érzékeny fényességmérő eszközeink képesek kimutatni. Egy Naphoz hasonló központi csillag esetében egy Jupiterhez hasonló óriásbolygó nagyjából 1%-os fényességcsökkenést, egy Földünkkel összevethető méretű kőzetbolygó pedig 0,01%-os halványodást okoz – nem véletlen, hogy az amerikai Kepler-űrtávcső 2009-2013 közötti működéséig nem is állt megfelelően érzékeny eszköz a csillagászok rendelkezésére, hogy Földünk igazi kozmikus társait megtalálhassák. Ma viszont már tudjuk, hogy az exobolygók száma igen nagy, a bolygókeletkezést pedig a csillagkeletkezés természetes kísérőjelenségének tekinthetjük. A Kepler statisztikái alapján a Naphoz hasonló csillagok körül a Földhöz hasonló méretű bolygók gyakorisága eléri a 20%-ot, azaz ha felnézünk egy szép csillagos éjszakán az égre, öt véletlenszerűen kiválasztott csillag közül egynek biztosan van Földhöz hasonló méretű társa a Merkúrénál közelebbi pályán csillaga körül.

A terület robbanásszerű fejlődését a kapcsolódó nagy kérdések jellege indokolja. Egyedül vagyunk-e az Univerzumban? Van-e élet máshol? Léteznek-e Földön kívüli értelmes lények? Ezek mindegyike messze túlmutat a szűk szakma érdeklődésén és túlzás nélkül filozófiai jelentőségű mindegyik. Éppen ezért szakmabeliként magam is megtapasztaltam, mennyire könnyű kommunikálni az exobolygókutatás jelentőségét és az eredmények fontosságát. 2019 elején ott tartunk, hogy a több ezer, rendkívül változatos exobolygó közül



nagyjából jó tucatnyiról tudtuk kimutatni, hogy Földünkhöz hasonló méretű és szerkezetű kőzetbolygó, illetve csillaguktól megfelelő távolságban, az ún. lakhatósági zónában kering, azaz felszínükön hasonló légkör esetén létezhet a biokémiai folyamatokhoz nélkülözhetetlen folyékony víz. Természetesen senki nem tudja jelenleg, hogy ténylegesen létezik-e folyékony víz ezeken a bolygókon, ahogy az élet jeleire utaló légköri és/vagy felszíni összetétel sem kimutatható még – a 2020-as években elkészülő földi óriásteleszkópok, illetve rendkívül érzékeny űrteleszkópok viszont pontosan ezen kritikus mérések elvégzésére lesznek alkalmasak. Érdeemes megjegyezni, hogy a legközelebbi csillag, a Napunknál sokkal kisebb energiatermelésű és hűvösebb vörös törpe, a Proxima körül is kering egy



exobolygó, ami ráadásul éppen beleesik a lakhatósági zónába, tehát ha egyszer szondát akarunk küldeni egy közeli csillaghoz, a Proxima nem csak a legkisebb távolsága miatt lesz fontos célpont.

Kanyarodjunk itt vissza 1973 októberébe! Ekkor jelent meg egy mai szemmel is nagyon érdekes írás az Analog science-fiction magazin 10. havi számában. Szerzője G. Harry Stine (1928-1997), az amerikai rakétamodellező társaság alapító elnöke, tudományos szakíró és sci-fi író, aki már 1957-ben is jelentős ismertségre tett szert a Föld első műholdjának jóslatával a Szputnyik-1 októberi pályára állítása előtt éppen megjelent könyvében. Az Analog címlapját is inspiráló 1973-as cikk (*“A Program for Starflight”*, azaz *A csillagközi űrrepülés programja*) azt a kérdést járta körbe, hogy miként képzelhető el az emberiség kilépése a csillagközi térbe, milyen szisztematikus programra van szükség ahhoz, hogy ez bekövetkezhesen valamikor az emberi civilizáció jövőjében.

Stine cikke azért érdekes ma is, mert nem a csillagközi űrhajózás technikai nehézségeivel, a fénysebességet közelítő sebességekre gyorsítás problémáival foglalkozott, hanem a folyamatot, a többszörös civilizációvá válást magát, az ehhez szükséges egyéb lépéseket próbálta koherens képben megfogalmazni. Néhány fontos alaptézise:

1. A csillagközi utazás megvalósítása több évszázados program, nem lehet a szokásos tudományfinanszírozási mechanizmusok rendszerébe beilleszteni.
2. Nyilvánvaló, hogy legelőször egy ember nélküli robotszondát kell küldeni egy közeli csillaghoz.
3. Olyan csillagot kell célpontul választani, amely körül bolygó(k) is kering(enek).

Éppen ezért – írja Stine – a csillagászok fontos feladata, hogy felmérjék az összes közeli csillagot bolygókísérők kimutatása érdekében (Stine még nem hívja őket exobolygóknak, ez a terminus csak az 1990-es években született meg és terjedt el). A feladat megfogalmazásán túl Stine még azt is megemlíti, hogy két olyan módszerrel várható bolygók felfedezése, amelyek mindegyike a központi csillagra gyakorolt gravitációs hatások miatt működik, sőt, még azt is megjósolja, hogy szerinte húsz éven belül megtörténik az első (exo)bolygó felfedezése. És igen, 1995 novembere ugyan 20 év helyett 22 évvel későbbi dátum, ám az 51 Pegasi bolygóját pontosan a Stine által is említett két módszer egyikével, a központi csillag színekéből kimérhető látóirányú sebesség (a hétköznapi életből is ismert Doppler-effektus) periodikus

változásaival detektálták! A hátborzongató precizitású jóslat magában is érdekes, ám ha továbbgondoljuk a nagy képet, feltehető a kérdés: lehet, hogy mi mindenféle eltervezett szándék nélkül is pontosan azon a programon dolgozunk, amit Stine felvázolt lassan fél évszázada?

A közeli csillagok exobolygóinak felmérése mindenképpen pont úgy történik, ahogy elképzelnénk Stine írása nyomán. A Kepler 2009-2013 között egy rögzített égterületen felmérte több mint 150 ezer csillag fényességváltozásait, amelyekből több ezer fedési exobolygót sikerült kimutatni. Ezzel a Kepler-eredmények megalapozták azt a tudást, aminek nyomán ma biztosak vagyunk abban, hogy nagyon sok csillag körül kering valamilyen bolygó is. 2018 nyarán elindult a szintén amerikai TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) műhold, amely a fedélzeti négy nagylátószögű kamerájával egyszerre az egész égbolt 1/26-od részét képes rögzíteni, a látómezőben található összes csillag fényességét pedig pontosan megméri. Első két éves működése során a TESS fel fogja mérni a 200 fényéven belül található összes csillagot rövidperiódusú fedési exobolygók felfedezése céljából, így hatalmas lépést fogunk tenni a következő évtized óriástávcsöveivel (Extremely Large Telescope és Giant Magellan Telescope óriások Chilében, Thirty Meter Telescope a Hawaii-szigeteken, a James Webb infravörös úrtávcső) nagyon pontosan jellemezhető légkörű és felszínű exobolygók teljes felmérése felé. A következő tíz évben pedig akár meg is születhetnek az első megfigyelési tények, melyek

magyarázatához életre utaló biológiai aktivitást kell majd feltételezni – hihetetlenül izgalmas időszak előtt állunk!

Míndeközben pedig szurkolhatunk a Jurij Milner (egyébként fizikus végzettségű és orosz származású) amerikai befektetési multimilliárdos és Stephen Hawking kozmológus által 2015-ben bejelentett Breakthrough Starshot program sikerének, ami pontosan a Proxima és α Centauri hármas csillagrendszeréhez küldendő nanoszonda kifejlesztésére vállalkozott. Az elképzelések szerint hatalmas teljesítményű lézerekkel a fénysebesség 20%-át elérő sebességekre gyorsítanánk nagyjából bélyeg méretű mini úrszondákat, amelyek így már 20 év alatt odaérhetnének a legközelebbi csillaghoz, ahonnan helyszíni méréseik rádióhullámokkal közvetítve 4 évvel később már vissza is érnének a Földre. Ezzel 25 év alatt megvalósítható lenne az első extraszoláris helyszíni mérés egy másik csillag körül, az emberiség pedig végre kilépne az igazi csillagközi térbe. Gigászi vállalkozás, amelynek sikerére nem is fogadnának sokan, ám gondoljunk bele, mekkora civilizációs lépés lenne egy ekkora ugrás.

Mindazonáltal a csillagközi térbe vágyó emberiség előtt sokkal "Földhöz ragadtabb" problémákat kell megoldani, elsőként mindenképp a saját bolygónk lakhatóságának megőrzését. Mégis, egy-egy derült éjszakan elrévedve a csillagos ég pazar látványán, gondoljunk arra, hogy az évezredek óta elérhetetlen kozmosz talán egyszer tényleg megnyílik az emberiség előtt, a modern tudomány pedig ismét kéz a kézben haladhat a megvalósult fantasztiikkal.

KISS LÁSZLÓ

