

Ziegler Ildikó¹ – Mohammed S. Orsolya²

¹ Richter Gedeon Nyrt. Validálási Osztály

² Dobó Katalin Gimnázium | mohazihu@yahoo.com

Psyche: a NASA Discovery-program 14. missziója

Néhány kérdés elemösszetételéről és űrbányászatról



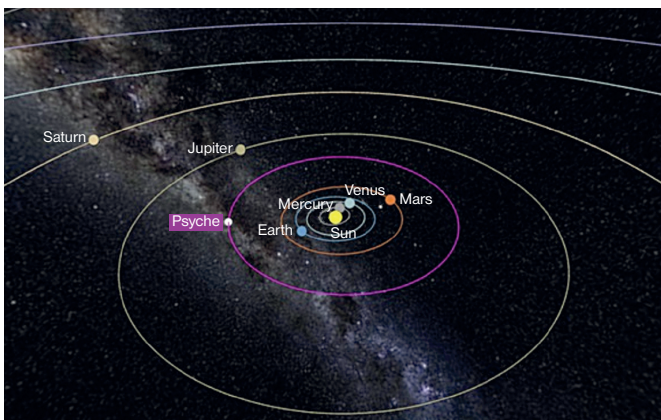
A Psyche űrszonda modellje

Az embereket már a régmúltban is foglalkoztatta a világűr, az utóbbi fél évszázadban pedig számtalan izgalmas, űrben játszódó történet született, amelyek, természetesen, magasan fejlett technológiai megoldásokat is működtőnek képzelnek el. Bár melyik ötlet megvalósításához hosszú kutató-fejlesztő munkára lesz még szükség. Ennek lehet egyik állomása a bolygók fém-magjának jobb megértése [1].

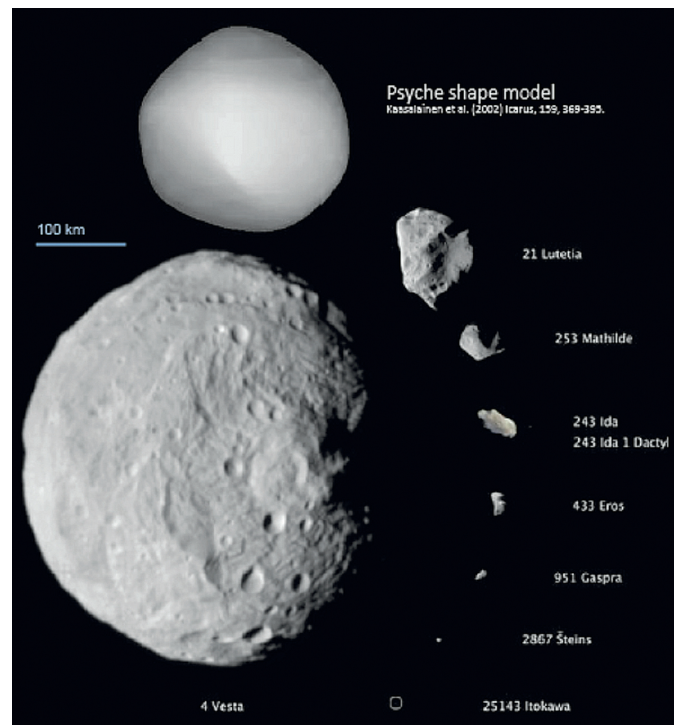
A köves jeges felszíni égitestek belsejében vasmag található, amit nincs lehetőségünk közvetlenül tanulmányozni. A Psyche aszteroida azért különleges, mert főként vasból és nikkeltől áll. Az ilyen típusú aszteroidák közt a legnagyobb a maga ~225 km-es átmérőjével. Feltételezik, hogy egy korai bolygó magjából származik, ütközések révén veszítette el külső kőzetrétegeit. Ha ez igazolódna, az aszteroida tanulmányozásával többet tudnánk meg a Naprendszer korai történetéről, amikor még a kőzetbolygókat létrehozó heves ütközések időszaka zajlott [2].

Éppen ezért a NASA – hosszas mérlegelés után – missziót indított 2017 januárjában a Psyche tanulmányozására, amely a Nap körül kering, a Mars és a Jupiter között (1., 2. ábra). A misszió tudományos célja [2, 3]: 1) megismerni a bolygóképződés korában még nem vizsgált építőelemeit: vasmagokat, 2) ilyen módon megismerni a földi bolygók belsejét, közvetlenül vizsgálva a test rétegeit, 3) első alkalommal vizsgálni meg azt a világot, amely nem kőből és jégből, hanem fémből áll.

1. ábra. A Psyche elhelyezkedése 2019. szeptember 19-én, délben [4]



Mindezek tanulmányozásához többféle tudományos berendezés található majd az űrszondán. Magnetométerrel detektálják és mérik az aszteroida megmaradt mágneses terét. Multispektrális képpalkotó berendezés segítségével (különböző szűrőkkel) készítenek nagy felbontású felvételeket, hogy megkülönböztessék a Psyche fémes és szilikátos elemeit. Ez kiegészül gamma- és neutron-spektrométerrel is, hogy meghatározzák az aszteroida elem-



2. ábra. A Psyche relatív mérete és alakja néhány más közismert aszteroidával összehasonlítva [6, 7]

összetételét (Fe, Ni, Si és K) és az összetétel heterogenitását. Nagy pontosságú X sávú gravitációs tudományos vizsgálatot végeznek még a pályák pontosabb megismerésére. Valamint tesztelni fognak egy újfajta lézeres kommunikációs technológiát, a *Deep Space Optical Communication*-t. Ez utóbbi lényege, hogy az adatokat fotonokkal (nem pedig rádióhullámokkal) kódolják [2, 3].

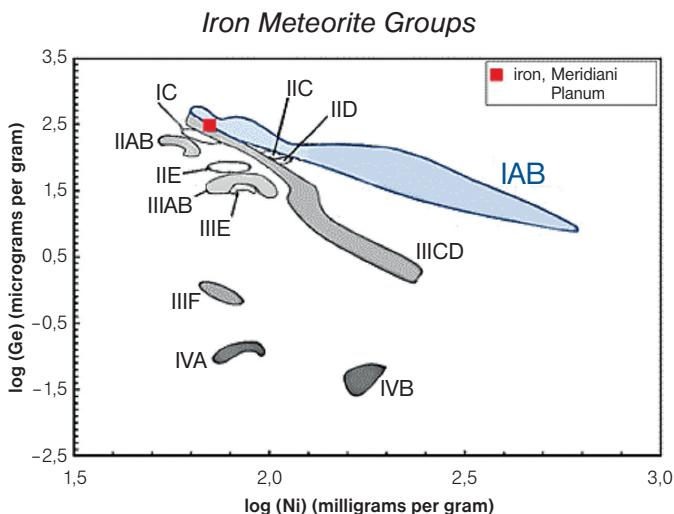
A misszió jelenleg a C fázisban van (a NASA jóváhagyása óta), így még a végső tervezés és gyártási munkálatok zajlanak, valamint kidolgozzák a küldetés részletes terveit. Ezt követően a küldetésnek még három fázison kell végighaladnia. A D fázis valamikor 2021 elején fog megkezdődni, melynek része a végleges összeszerelés és tesztelés, valamint a 2022. augusztusi indítás. Az E fázis nem sokkal azután kezdődik, hogy a Psyche űrszonda eléri az űrt, amelynek során megkezdődik a mélyűri felfedezéseket és méréseket. Végül az F fázis akkor indul, mikor a szonda befejezte tudományos működését, idetartozik az berendezés leszerelése, valamint a mérnöki és tudományos adatok archiválása is. A számítások szerint a Psyche űrszonda 2026. január 31-én fog megérkezni a Psyche aszteroidához, miután 2023-ban elrepül a Mars mellett [2]. A kutatócsoport azóta az eredetihez képest módosított, hatékonyabb útvonalat is talált, amely elkerüli a Föld gravitációs erőterének segítségét, helyette a Mars gravitációjának gyorsító hatását használva. Az új út az űrhajót távolabb tartja a Naptól is, csökkentve ezzel a hő elleni védelmet és ezáltal a szonda súlyát [5].

A misszió tudományos vizsgálatainak a tárgya: 1) meghatározni, hogy a Psyche egy nagy vagy meg nem olvadt anyag, 2) meghatározni a Psyche felszíni régióinak relatív életkorát, 3) meghatározni, hogy a kis fémtest ugyanazokat az elemeket tartalmazza-e, mint amilyeneket a Föld nagy nyomású magjában várhatunk. Továbbá 4) meghatározni, hogy a Psyche oxidálódott vagy redukálódott körülmények között alakult-e ki, mint a Föld magja, és végül 5) jellemezni a Psyche felszínét (topográfiáját) [2, 3].

A becslések szerint a Psyche felszínének 90%-a fém. Ezt támasztja alá, hogy a sűrűsége $6980 \pm 580 \text{ kg/m}^3$. Mivel ez 3500 kg/m^3 -nél nagyobb, ez fémmeteoritot (M típusú) valószínűsít, szemben a jellemzően $1,380 \text{ kg/m}^3$ (szénalapú, C típusú) vagy $2,710 \text{ kg/m}^3$ (szilikát, S típusú) értékkel [3]. Ennél erősebb bizonyíték, hogy a radar-albedo (A, a porszemcsék (fény) visszaverő képessége) 0,42 és a hőtehetetlensége $\sim 120 \text{ J/m}^2$. Továbbá a fényelnyelés sajátosságok alapján úgy becsülik, hogy a felszín $\sim 90\%$ -a fém, $\sim 10\%$ -a pedig kőzet.

A vasmeteoritokat a gallium-, germánium- és irídium-tartalom aránya alapján osztályozzák, ez alapján durván 12 féle vasmeteorit-típust különböztetnek meg. Az osztályok pontos száma iskolánként némileg eltérő, azonban mindig I–IV csoportba osztják őket IA, IIAB, IVA stb. jelöléssel (3. ábra).

3. ábra. Vasmeteorit-típusok csoportosítása [7]



(Adapted from Schröder et al., 2008, JGR, Fig. 3, doi:10.1029/2007JE002990.)

Azonban nem csupán tudományos jelentősége van ennek a misszióknak, futuristák és kockázatitőke-befektetők gazdasági vonatkozásokat is tulajdonítanak a programnak. Optimista becslések szerint a Psyche 700 trillió dollár (trillió: 10^{18}) nemesfémeket tartalmaz, amely hatalmas mennyiségű aranyat és platinát jelent [9]. Az aszteroidabányászat várhatóan a következő ipari fellendülés fókuszpontja lesz.

Olyan vállalatok figyelik az eseményeket, mint például a Torontóban működő EuroSun Mining. Természetszerűen nem érdekes az űrbányászatot spekulálni, amíg ennek műszaki feltételeit ki nem alakítják. Érdemes lenne még az űrben olyan állomást létrehozni, ahol az alapvető feldolgozási műveleteket el lehetne végezni, hogy utána kisebb anyagmennyiség szállítását kelljen csak megoldani [9]. A National Space Society 2018-ban már harmadik átdolgozását adta ki a „Roadmap to Space Settlement” [10] című munkának, amiben forgatókönyvet kínálnak a fejlesztésekhez. Jelen cikk szerzői azért is elhamarkodottnak tartják ezeket a várakozásokat, mert azt sem tudjuk, hogy egyáltalán milyen a meteorit elemi összetétele.

Az is könnyen érthető, mi váltja ki a nemesfémek iránti érdeklődést (éhséget?), hiszen az elektronika rohamos fejlődésével a nemesfémek iránti igény is jelentősen megnőtt az utóbbi évtizedben. Ennek illusztrálására álljon itt néhány adat (1. táblázat, [11]):

1. táblázat. Néhány nemesfém iránti éves igény (ezer unciában)

	Pt	Pd	Rh	Ru	In
2016	8,165	9,352	1013	1,16	274
2017	7,962	10,079	1061	1,254	274
2018*	7,767	10,218	1026	1,35	231

* becsült adatok

Bár a fémek visszaforgatásának aránya nő, és 2018-ban a nemesfémek iránti éves igény kicsit még vissza is esett, a hosszú távú előrejelzések az igények (elektronika, vegyipar, ékszerkészítés stb.) tovább fognak nőni, míg a források nem bővülnek. Az értékes nyersanyagokért folytatott verseny eddig nem látott eszközök használatát és a különböző érdekcsoportok közötti ellentétek kiéleződését is előrevetíti.

IRODALOM

- [1] Mohammed S. Orsolya: Hol a végtelen vége? A Kutató Gyerekek Tudományos Konferenciájára benyújtott dolgozat (csillagászat, kozmológia), Dorog, 2012. Regionális III. helyezés.
- [2] <https://www.nasa.gov/psyche>
- [3] Elkins-Tanton, LT., Asteroid 16 Psyche: NASA'S 14th Discovery Mission. Cosmo Elements. DOI: 10.2138/gselements.14.1.67
- [4] <https://theskyline.com/psyche-info>
- [5] <https://www.forbes.com/sites/bridaineparnell/2017/05/26/nasa-psyche-mission-fast-tracked/#226d12894ae8>
- [6] <http://www.planetary.org/blogs/guest-blogs/van-kane/20140219-mission-to-a-metallic-world.html>
- [7] M. Kaasalainen, J. Torppa, J. Piironen, Icarus (2002), 159/2, 369.
- [8] <http://www.psrdr.hawaii.edu/May08/MetsOnMars.html> (2019. szept. 30.)
- [9] <https://www.universetoday.com/142719/who-wants-to-be-a-trillionaire-mission-to-psyche-could-uncover-tons-of-precious-metals/>
- [10] <https://space.nss.org/media/NSS-Roadmap-to-Space-Settlement-3rd-Ed.pdf>
- [11] Coleey, A.: Johnson Metthey PGM Market Report, 2018. május.