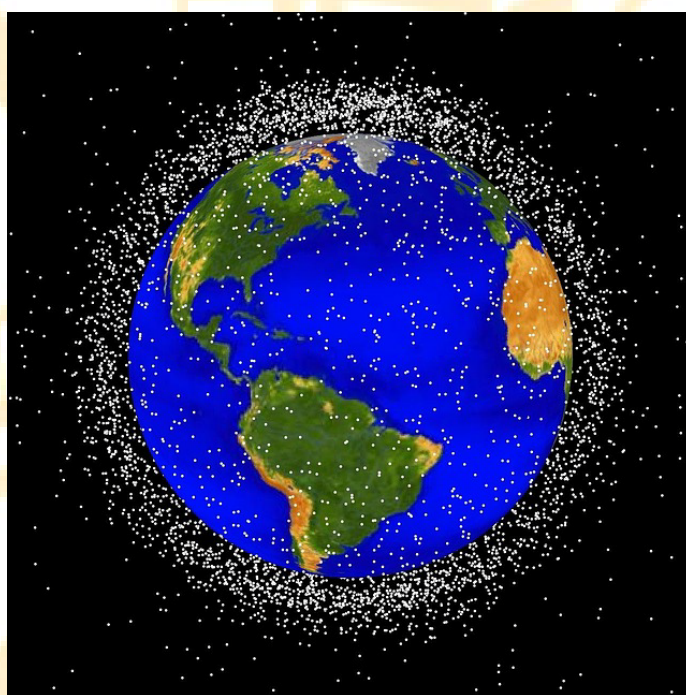


Az űrszemét mibenléte és kapcsolódó hulladékgazdálkodási megoldások

Bevezetés

Az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) 2025-ben állítja pályára a *ClearSpace-1* jelzetű mesterséges holdat. Az ESA szondája lesz a valaha volt első olyan űrmisszió, amelynek konkrét feladata az *űrszemét* problematikájának hulladékgazdálkodási szemmel történő kezelése: űrrandevút hajt végre, befog és a felsőlégkörbe irányít egy 2013-ban indított Vega hordozórakéta-egységet. A ClearSpace-1 a 112 kg-os Vespával együtt enyészik majd el.¹ Hulladékgazdálkodási szempontból mindez az energiavisszanyerés nélküli égetés kategóriába sorolható, ami jóval környezetbarátabb és biztonságosabb megoldás a környezeti konfliktust kiváltó „Föld körüli hulladéklerakásnál”.



1. ábra. Űrszemét a Föld körül – az illusztrátor szemével²

Az űrszemét definíciója és kérdésköre

A hulladékgazdálkodási szakportál, a *hasznosítsd!* definíciója alapján az *űrszemét* „Mindazok a mesterséges eredetű – jellemzően az emberiség által az űrbe juttatott – űrobjektumok, amelyek már nem használhatóak, ennek ellenére azonban továbbra is a világűrben maradnak. A kozmikus hulladék jelenléte különösen 800–1200 km magasságban jelent veszélyt a műholdakra és az űrhajókra.”³

Az űrszemét problematikája mindössze az űrkorszak kezdete után negyedszázaddal került napirendre. Az érdekelt űrnagyhatalmak közül az Egyesült Államokban foglalkoztak először a

¹ N° 26–2020: Call for Media: ESA and ClearSpace SA sign contract for world’s first debris removal mission. 2020.11.20. The European Space Agency honlap.

https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/Call_for_Media_ESA_and_ClearSpace_SA_sign_contract_for_world_s_first_debris_removal_mission (Letöltés: 2020. 12. 02.)

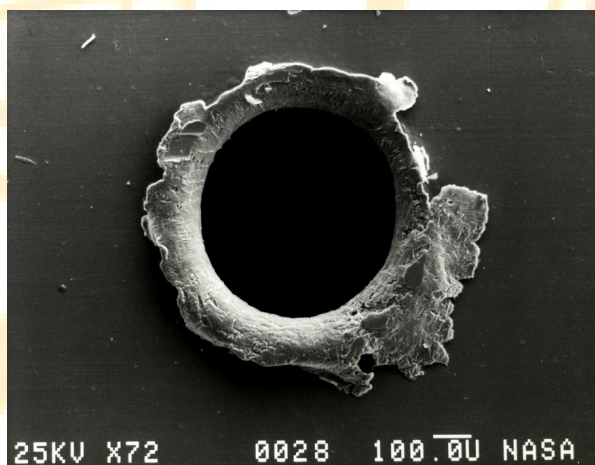
² Pixabay licenc. Pixabay honlap. <https://pixabay.com/hu/photos/a-lev%C3%A9szem%C3%A9t-t%C3%A9r-11648/> (Letöltés: 2020. 12. 02.)

³ Űrszemét. hasznosítsd! honlap. <http://hasznositsd.hu/fogalomtar/urszemet> [Hozzáférés: 2020. 12. 02.]

környezeti kihívással. Az angol szakszóval *space debris*-ként (helyenként *space junk*, *space waste*, *space trash*, *space litter*, *space garbage* formában) említett űrszemét ügyének kezelésére a Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal, a NASA adott ki 1981-ben ajánlást. A kérdéskör kormányzati szintre 1988-ban emelkedett, amikor RONALD REAGAN elnöksége alatt az űrszemét csökkentésére vonatkozó elképzelések megjelentek az USA nemzeti űrpolitikájában.¹

A hazai – komoly nemzetközi kitekintéssel bíró – szakirodalom alapműve, az 1981-es kiadású *Űrhajózási lexikon* még nem ismerte az űrszemét fogalmát.² Az első vonatkozó magyar nyelvű publikációt szerzője 1988-ban vetette papírra *Önfenntartó roncsfelhő? Űrkarambolok a láthatáron* címmel, s *Delta Impulzus* elnevezésű folyóirat január 30-i számában látott napvilágot. Majd ugyanezen év meghozta az első olyan magyar nyelvű cikket, ami már címében is utalt a kérdésre: az *Élet és Tudomány* december 2-i száma *Mi lesz az űrszeméttel?* címmel.³ Az *Űrhajózási lexikon*t követő másik űrkutatási alapmű, az 1996-os *Űrtan* már részletesen említi.⁴

Napjainkban a környezeti kihívással kapcsolatos nemzetközi koordinációt az ENSZ Világűrbizottsága, a COPOUS látja el. Az egyes tagállamok, továbbá az érdekelt szakmai szervezetek évente egyeztetnek a COPOUS Műszaki és Tudományos Albizottságának szervezésében. Ennek eredményeként született meg az ENSZ Közgyűlése által elfogadott, az űrszemét mennyiségének csökkentését célzó tájékoztató anyag. A *Space Debris Mitigations Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* ST/SPACE/49 számon 2010-ben vált hivatalos dokumentuma.⁵ Mindeközben a kihívás komoly, hiszen a földkörüli pályán keringő több tízezernyi objektumnak csak töredékét követik az egyes űrügynökségek irányítóközpontjai.



2. ábra. Űrszemét okozta becsapódás nyoma egy NASA űreszközön⁶

Az űrszemét hulladékgazdálkodási megoldásai

Az űrszemét keletkezésének megelőzésére a folyamatosan fejlődő űrtechnológia kínál megoldásokat. Az űreszközök számának csökkentése értelemszerűen nem lehet járható út. Sőt, a

¹ STANSBERRY, Gene: *Space Waste. = Waste. A Handbook for Management*. Academic Press. 604 p. ISBN: 978-0-12-381475-3.

² *Űrhajózási lexikon*. Főszerk.: ALMÁR Iván Budapest, 1981. Akadémiai Kiadó – Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó. 999 p. ISBN 963-05-2348-5.

³ A csillagászat magyar nyelvű bibliográfiája honlap. Főszerk.: SRAGNER M. 2017. 11. 24. <http://csimabi.csillagaszat.hu/cs-onlin.htm> (Letöltés: 2020. 12. 02.)

⁴ *Űrtan*. Főszerk.: ALMÁR Iván. Budapest, 1996. Springer Hungarica Kiadó. 328 p. ISBN 963-8455-82-9.

⁵ Space Debris. United Nations Office for Outer Space Affairs honlap. <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/index.html> (Letöltés: 2020.12.02.)

⁶ Pixabay licenc. Pixabay honlap. <https://pixabay.com/hu/illustrations/a-lev%C3%A9lszem%C3%A9t-t%C3%A9r-11645/> [Hozzáférés: 2020.12.02.]

felbocsátandó űrhajók és műholdak, valamint ezek hordozórakétáinak száma az elkövetkező évtizedekben várhatóan ugrásszerűen növekszik majd. Erre jó példa az önmagában is környezeti konfliktusként kezelhető Starlink műholdak felbocsátása, és az ezzel kapcsolatos csillagászati-szakmai megnyilvánulások. A technológiai továbblépés azonban a gyakorlatban az anyagtudományok korszerűbb megoldásainak alkalmazását jelentheti, melynek révén növekszik az egyes eszközök mechanikai szilárdsága, ezáltal csökken a letörő, lepattogzó űrszemét mennyisége.

Az *újrafelhasználásra* az űreszközök evolúciója kínál megoldásokat. Ez a folyamat már az amerikai űrrepülőgépek (Space Shuttle) használatával kezdetét vette. Az 1981-ben indult, s 2011-ben lezárult program során használtak elsőként olyan emberes űreszközt, ami használat után visszatért, s újrafelhasználható volt. A rakéatechnikában áttörést elérő amerikai űrvállalkozás, a SpaceX megoldása jelenti a jövőbeni irányt. Az elektromos autók piacán is fontos szerepet játszó, *Elon Musk*-féle vállalkozás Falcon rakétáinak első fokozatai ugyanis puha landolással visszatérnek, és szinte teljes egészében újrafelhasználhatók.

Az *újrahasznosítás* kapcsán ismételten az amerikai űrrepülőgép-programot említhetjük. Egész pontosan annak hordozórakétáit. E program két kisebb méretű, oldalsó, szilárd hajtóanyagú gyorsítórakétái ugyanis az űrkutatás történetében először tértek vissza a Földre. Ezeket aztán az újrahasznosítással élve, alkatrészből alkatrésze építették újra, majd indították ismételten a világűrbe. Az újrahasznosítás valójában az 1960-as évek legvégén már szempont volt, ugyanis az Apollo-holdmisszióknál termelt hulladékot nem szórták szét, hanem visszahozták a Földre. A tervezett földköri, majd a Mars fele induló jövőbeni űrprogramoknál a technológiák fejlődésével komoly lépések tehetők az optimális, közel zéró hulladékszint elérése felé. Egy másik, idővel vélhetően bevett megoldás lehet a bolygonk körül keringő űrszemét begyűjtése valamilyen erre szolgáló űreszközzel („űrporszívó”), majd ennek a légkör felső részébe történő vezérlése, ahol a fellépő mechanikai erők és a hőhatás miatt ezek megsemmisülnek

Rezsabek Nándor, Budapest