

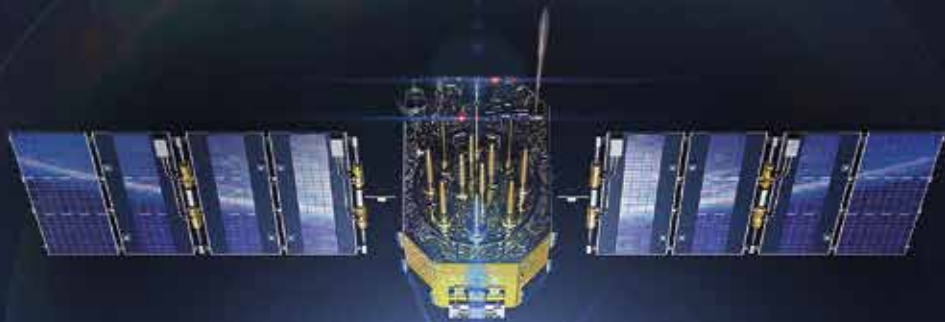
# ÚJ ŰRKORSZAK KAPUJÁBAN

A világűr biztonsági és katonai kérdései



# ÚJ ŰRKORSZAK KAPUJÁBAN

A világűr biztonsági és katonai kérdései



*Szerkesztők: Edl András és Szenes Zoltán*



© HM Zrínyi Nonprofit Kft. – Zrínyi Kiadó, 2024

© Magyar Hadtudományi Társaság, 2024

All rights reserved. Minden jog fenntartva.

A könyvet vagy annak bármely részét a kiadó engedélye nélkül bármilyen formában vagy bármilyen eszközzel másolni, tárolni, közölni tilos!

Kiadja a HM Zrínyi Geoinformációs és Toborzástámogató Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság (HM Zrínyi Nonprofit Kft.), a Honvédelmi Minisztérium által alapított, annak kizárólagos tulajdonában lévő cég.

Cím: 1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.

Honlap: [shop.hmzrinyi.hu](http://shop.hmzrinyi.hu)

E-mail: [kiado@hmzrinyi.hu](mailto:kiado@hmzrinyi.hu)

A kiadásért felel: Kulcsár Gábor ügyvezető

A Zrínyi Kiadó vezetője: dr. Hajdú Ferenc igazgató

Szerkesztők: Edl András és Szenes Zoltán

Bírálok: Bartóki-Gönczy Balázs, Ráth Tamás

Kép- és zenei szerkesztő: Gazdag Erika (Sonica)

# Tartalom

Bevezetés <i>(Szenes Zoltán)</i>	7
I. RÉSZ	11
A VILÁGŰR BIZTONSÁGI ÉS KATONAI SZEREPE	11
A világűr militarizálásának lehetséges következményei <i>(Várdai Mihail Istvanovics)</i>	12
Az űrműveletek katonai jelentősége és a NATO <i>(Horváth Attila – Kövesi Csaba)</i>	36
Az európai űrtevékenység biztonsági kérdései <i>(Edl András)</i>	54
Az űrszemét katonai alkalmazást korlátozó hatásai <i>(Edl András – Gazdag Erika)</i>	69
II. RÉSZ	89
ORSZÁGTANULMÁNYOK	89
Az Egyesült Államok űrképességei <i>(Edl András)</i>	90
Oroszország űrvédelmi tevékenysége <i>(Haiszky Edina Julianna)</i>	116
A Kínai Népköztársaság űrképességei <i>(Edl András)</i>	139
Az indiai űrtevékenység <i>(Szivák Júlia)</i>	162
Franciaország, az európai űrhatalom <i>(Molnár Dóra)</i>	177
Izrael űrpolitikája és az űrképességei <i>(Rémai Dániel)</i>	200
Japán, Dél-Korea és Észak-Korea űrpolitikája <i>(Kim Mo Rang)</i>	223
III. RÉSZ	245
ŰRRENDSZEREK, ŰRTECHNOLÓGIA	245
Űrrepülőgépek múltja, jelene és jövője <i>(Óvári Gyula)</i>	246

A műholdak szolgáltatásai ( <i>Nagy Gábor</i> )	280
Úrrendszerek kiberbiztonsága és az úrrendszerekkel kapcsolatos nem kinetikus hatások jelentősége ( <i>Horváth Attila – Kövesi Csaba</i> )	299
Befejezés – Katonai versengés a világűrben ( <i>Szenes Zoltán</i> )	312
Névmutató ( <i>Edl András, Seprényi Patrik</i> )	319
Tárgymutató ( <i>Edl András, Seprényi Patrik</i> )	320
Alkalmazott rövidítések jegyzéke/ Subject-Related Abbreviations ( <i>Gazdag Erika, Seprényi Patrik</i> )	326

# Bevezetés

*„Amit tudunk, az egy csepp, amit nem tudunk, az egy óceán.”<sup>1</sup>*  
Isaac Newton

Az elmúlt évtizedekben az emberiség kiterjesztette tevékenységét a világűrre, a folyamatos technológiai fejlődés egyre nagyobb lehetőségeket hozott. Napjainkig mintegy 50 ország bocsátott már fel különböző űrobjectumokat a világűrbe. Ma már nemcsak a nemzetállamok, hanem a magánvállalatok is aktív részvevői az űrkutatásoknak. Megkezdődött a világűr intenzívebb felhasználása tudományos, gazdasági és technológiai célok elérésére. Nagyhatalmak, nemzetközi szervezetek, multicégek vesznek részt az űrszektor lehetőségeinek feltárásában, hasznosításában, az űrkutatás és -technológia fejlesztésében. Sajnos a hatalmi versengésnek katonai vonzata is van, megindult az űrerők létrehozása a legfejlettebb fegyveres erőkben. Az Amerikai Egyesült Államokban 2019-ben létrehozták az űrerőket, a NATO 2019-ben a világűr műveleti térré nyilvánította, majd 2021-ben határozott az 5. cikk alkalmazhatóságáról egy űrben kitörő fegyveres konfliktus, űrháború esetén. Az Európai Unió 2023-ban megalkotta az űrbiztonsági és -védelmi stratégiáját, hozzájárított az EU-űrerők építéséhez.

A téma azonban nemcsak nemzetközi szempontból fontos, hiszen Magyarország Kormánya 2018-ban döntött az űrszektor fejlesztéséről, a kormányzati szakpolitikai irányítás rendszeréről. A Külgazdasági és Külügyminisztériumban Űrpolitikáért és Űrtevékenységért Felelős Főosztály alakult, a kormányzati szakpolitikát miniszteri biztos (Ferencz Orsolya) irányítja, 2021-ben Nemzeti Űrstratégiát fogadtak el. Nagy ambíció egy nemzeti űrhivatal, egy magyar NASA létrehozása. A központi célok, támogatási eszközök hatására megélné a magyar űrtevékenység, előtérbe kerültek a kutatások, nemcsak műszaki-gazdasági területen, hanem szakpolitikai szinten is. A kormány elindította a HUNOR Magyar Űrhajós Programot, kiválasztották Farkas Bertalan első magyar űrhajós követőit, az új kutató űrhajóst (Kapu Tibor fejlesztőmérnök) és a tartalék űrhajóst (Cserényi Gyula villamosmérnök), megkezdődött az űrrepülésre való felkészítésük utolsó, amerikai szakasza. Széles körű programok indultak az űrrel kapcsolatos kutatások támogatására a legkülönbözőbb területeken (anyagtudományi kutatások, anyagi-technikai fejlesztések, űrélettani-űrmedicina-kutatások, űrélelményezés, hazai telekommunikációs technológiák). 21 hazai egyetem interdiszciplináris űrképzést szervezett, amelynek részeként a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen (NKE) „Világűrpolitikai szakértő” szakirányú képzés indult 2022 őszén az Eötvös

<sup>1</sup> Isaac Newton (1642-1727) angol fizikus, matematikus, filozófus és alkímista, a klasszikus mechanika tudományának megalapozója, az újkori történelem egyik kiemelkedő tudósa. Isaac Newton idézetek – Online Idézetek (onlineidezetek.hu). (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)



József Kutatóközpont (EJKK) Világűrjog és Politika Kutatóintézet szervezésében. A képzés támogatására a Ludovika Egyetemi Kiadó 2022 őszén megjelentette a *Világűrjog* (szerk. Bartóki-Gönczy Balázs, Sulyok Gábor) című könyvet, amelynek angol nyelvű feldolgozása, a *Studies on Space Law and Policy* (Achilleas Phillipe, Bartóki-Gönczy Balázs, Edl András szerkesztésében) 2024-ben jelent meg. Emellett folyamatos a tudományos konferenciák és rendezvények (workshopok) anyagainak publikálása is.

A kormányzati űrfejlesztési erőfeszítésekhez a Magyar Honvédség (MH) is csatlakozott. Először egy tiszti szakértői csoport egyetemi továbbképzésen vett részt a Debreceni Egyetemen, majd az MH Modernizációs Intézetben létrehozták az Űrosztályt. Az intézet ma az MH Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokság részeként működik. Az űreszköz-üzemeltetésben felkészítést kapott „űrkatona” az űrtevékenységek honvédségi célú felhasználásának (időjárás-előrejelzéstől a hírszerzésig) koordinációjával, az MH nemzetközi katonai űrpolitikai képviselőjével foglalkoznak (NATO, más tagállamok űrerői).

A világűr biztonsági és katonai kérdéseinek kutatására a Magyar Hadtudományi Társaság égisze alatt – szoros együttműködésben az NKE és az MH szakosított szervezeti egységeivel – 2022-ben kutatócsoport alakult Szenes Zoltán professzor vezetésével. A kutatócsoport negyedévente tartott szakmai megbeszéléseket és konzultációkat, amelyek célja az „eredménytermékek” elkészítése volt. A fő célt a jelen szakmai könyv megírása képezte, de a kutatók részt vettek a civil és katonai űrszakmai közösségek munkájában, rendezvényeken folyamatosan prezentálták az eredményeiket (pl. az NKE Európai űrpolitika – Ambíciók, autonómia, biztonság című 2023. májusi űrkonferenciáján, vagy 2024 márciusában a Space Policy – Stratégiai és európai kérdések című francia-magyar megközelítésű tanácskozáson, nemzetközi hallgatói szimpóziumokon). A magasan kvalifikált kutatói csoport (egyetemi oktatók, doktoranduszok, gyakorlati szakemberek/mérnökök) tagjai angol, francia, japán, kínai, koreai és orosz nyelven tanulmányozták a szakirodalmat, hogy megalkossák a magyar nyelvű szakkönyvet. A kutatásoknak nemcsak tartalmi-szakmai, hanem terminológiai kihívásai is voltak. Emellett sajnos a két év alatt személyi változások is történtek, többen kiváltak a projektből (köztük az indiai kutató is), de sikerült mindig megoldást találni a nehézségekre. Köszönettel tartozunk a HVK Hadtudományi Alapítvány kuratóriumának, a munkánkat támogató MH Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokságnak, valamint a Magyar Hadtudományi Társaság Haditechnikai és Repülő Szakosztályainak.

A készült tanulmányokat a szerkesztők három tematikus részre osztották. Az első rész a világűr általános biztonságpolitikai kérdéseit (a világűr militarizálása, a NATO és EU űrpolitikája, az űrszemét problémája) tárgyalja. A második rész országtanulmányokat ölel fel, részletesen értékeli a három nagy űrhatalom (Egyesült Államok, Oroszország, Kína) tevékenységét, és be-



mutatja egy-egy ország úrpolitikáját különböző kontinensekről (Európa, Közel-Kelet, Dél- és Északkelet-Ázsia). A könyv harmadik része az úrkutatás műszaki-technológiai kérdéseiből nyújt át egy csokrot az olvasónak. A közös munka részeként a kutatócsoport zeneileg is képzett tagja (Gazdag Erika, DJ-nevén Sonica) úrzenét is készített New Space (Új úr) címmel, ami zenei QR-kóddal elérhető a könyvben.

Egy modern katonai úrbiztonsági könyv megírása régóta aktuális feladat, hiszen e témában utoljára 1986-ban jelent meg tudományos munka a hadtudományi szakirodalomban (Tolnay László, Szentesi György, Pírityi Sándor: Fenyegetés a jövőből. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1986). Jelen könyv tehát nemcsak a világűr jelenlegi és közeljövőbeli biztonsági-katonai kihívásainak tudományos-szakmai összefoglalása, hanem egyben főhajtás is a téma első kutatói előtt.

*Szenes Zoltán<sup>2</sup>*

<sup>2</sup> Szenes Zoltán egyetemi tanár, ny. vezérezredes, az NKE professzor emeritusa, a Magyar Hadtudományi Társaság elnöke. E-mail: szenes.zoltan@uni-nke.hu.

*Ki ne emlékezne a világűr csodálói közül a Delta című magyar tudományos és ismeretterjesztő műsorra, amely eredetileg 1964-ben indult?*

*Az űr végtelen csendjében az érzelmek és hangulatok kavalkádja tárul elénk, mint a láthatatlan szférák harmóniái, amelyek ringatóznak a végtelen kozmikus térben. A világűr zenei palettája a csend lassú, lebegő zenei textúráit festi meg, amelyeket a titkok misztikus rezdülései színesítenek, ám az űrutazást néha váratlan kitörések zavarják meg. A bolygók suhanása, a galaxisok szüntelen mozgása és az űrhajók elegáns manőverei feszes ritmusokkal és pezsgő techno-hangzással repítenek minket, sőt, átéljük a rakétaindítás torokszorító izgalmát is.*

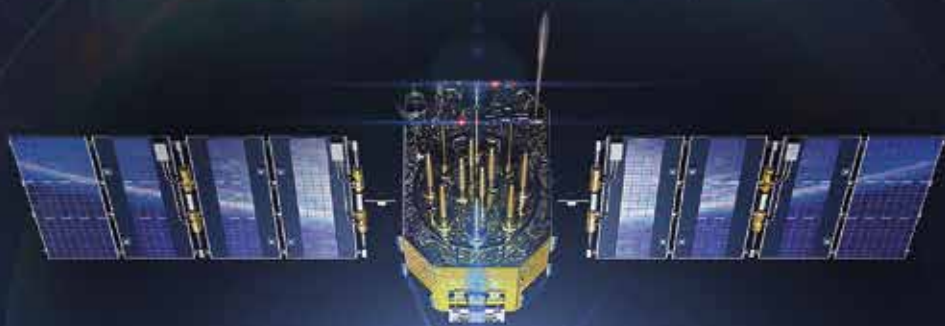
*A New Space című elektronikus zenei összeállítás az univerzum fenségét ünnepli, segítve elképzelni ezt a végtelen és rejtélyes, de egyben veszélyekkel teli világot.*



Sonica: New Space  
A könyv zenei melléklete

# I. rész

## A világűr biztonsági és katonai szerepe



# A világűr militarizálásának lehetséges következményei

Várdai Mihail Istvanovics<sup>1</sup>

„Manapság az abszolút magaslat a világűr.”

Lester P. Lyles vezérezredes,  
az Egyesült Államok légereje, Logisztikai Parancsnokság, parancsnok  
(2000–2003)<sup>2</sup>

A hadviselés törvényei alapján mindig az van előnyben, aki a magaslatokat uralja és az erőt megfelelő módon alkalmazza; ilyenkor a katonai művelet sikere nagymértékben biztosítható. Ez egy ősi axióma, amelyet Szun-ce (Sunzi) is leírt *A háború művészete* című művében: „Minden sereg jobban kedveli a magas helyeket, mint az alacsonyabbakat, a napfényes helyeket, mint a sötéteket.”<sup>3</sup>

2018. január 12-én az *Indiai Állami Űrügynökség* (Indian Space Research Office – ISRO)<sup>4</sup> 31 különböző méretű műholdat juttatott ki Föld körüli pályára, melyből négy darab a Swarm Technologies amerikai cég tulajdona volt, ezeket előzetesen nem engedélyezték. Ez az első eset, hogy az űrtechnológia nyújtotta kikaput valaki kihasználta. Ez az esemény rávilágít arra a problémára, hogy gyakorlatilag ellenőrizetlenül bármilyen célból lehet űreszközt kijuttatni a világűrbe, csak pénz kérdése az egész. Az, hogy magáncégek, magánemberek űreszközöket gyártanak és Föld körüli pályára állítanak, a hidegháborút követően vált valósággá, és ez új helyzetet idézhet elő az eddig hagyományosan állami kézben lévő űreszközök terén.

Donald J. Trump amerikai elnök 2018. március 13-án bejelentette, hogy szükségessé vált az amerikai fegyveres erőkben egy külön haderőnem létrehozása, mely a világűr katonai felhasználásáért fog felelni. Az elnök úgy látta, hogy a világűr egy külön hadszíntér, mely speciális infrastruktúrát és képzést igényel. A haderőnem 2020. december 20-án létrejött.

<sup>1</sup> Várdai Mihail Istvanovics őrnagy, az NKE Hadtudományi Iskola doktorandusza, Honvéd Vezérkar (HVK) Hadműveleti Csoportfőnökség. E-mail: vardai.mihailistvanovics@uni-nke.hu.

<sup>2</sup> Space Operations, Air Force Doctrine Document 3-14, 27 November 2006, Incorporating Change 1, 28 July 2011, LeMay Center (a továbbiakban: AFDD 3-14). 29.

<sup>3</sup> Szun-ce: *A háború művészete*. Cartaphilus Kiadó, Budapest, 2006. 48.

<sup>4</sup> Indian Space Research Office – ISRO.

A franciák bejelentették, hogy olyan űreszköz fejlesztésébe fogtak, amelynek a fedélzetén található automata fegyver megsemmisíti a célűreszköz napelemtábláit, így vonva ki azt a forgalomból.<sup>5</sup>

Magyarország, bár nem rendelkezik önálló űrképességekkel, a NATO és az Európai Unió révén érintett a világűrben történt eseményekkel kapcsolatosan. A meteorológiai, távközlési és navigációs műholdak és a NATO információegosztási elvei alapján a felderítőműholdak által nyújtott szolgáltatások kiemelt szerepet játszanak az ország biztonságában.

A világűr katonai célú felhasználása a hidegháborús – nem utolsósorban a náci Németország tudományos-technikai eredményeire épülő orosz-amerikai rivalizálás – eredménye, amely során a szemben álló szuperhatalmak már a legelső kísérletek során is felderítési célból bocsájtottak Föld körüli pályára műholdakat azzal a céllal, hogy információt szerezzenek a másik félről. A műholdak alkalmazása napjainkban távérzékelési, felderítési, távközlési, meteorológiai és navigációs feladatokra nemcsak katonai vonatkozásban játszik jelentős szerepet, hanem polgári célokat is követ. A katonai alkalmazás egészen a kezdetektől, 1957. október 7-től kezdve hordozta magában a világűrben megvívandó harc lehetőségét, mely során a szemben álló felek egymás űreszközeit megbénítják, megsemmisítik, továbbá az űrben telepített fegyverrendszerekkel földi célpontok elleni csapásmérést is végrehajthatnak.<sup>6</sup>

A téma orosz vonatkozásait figyelembe véve fontos megemlíteni, hogy az Oroszországi Föderáció (Oroszország) űrhadviselési képességeiről hivatalos orosz nyelvű forrásokból rendkívül nehéz tájékozódni, különösen az 2022. február 24-én indult orosz-ukrán háború következtében.<sup>7</sup> Érdemes megjegyezni azt is, hogy az orosz űrképességekkel kapcsolatosan még a másodlagos források sem rendelkeznek teljes körű információkkal, ami annak köszönhető, hogy az alkalmazott űreszközök lehetséges képességei – különös tekintettel a katonai célú űreszközök vonatkozására – az egyik legmagasabb minősítési szinten vannak titkosítva, ezért külső megfigyelő számára a vélt képességek verifikálása lehetetlen. A másik jelentős „forrás” az orosz védelmi minisztérium saját televíziós csatornáján a haderővel és különböző fegyverrendszerekkel foglalkozó *Военная приёмка* című műsor, viszont ennek valóságtartalma – hasonlóan a nyugati forrásokhoz – nem feltétlenül 100%-os.

Az orosz űrhadviselési csapatok tevékenységét – az űreszközök tervezésétől a felbocsátásukon keresztül a felügyeletükig – központilag irányítják. Másik jellemzője az orosz szervezetnek, hogy saját katonai akadémiaival

<sup>5</sup> The French military wants to develop satellites armed with lasers and submachine guns, <https://taskandpurpose.com/french-military-satellites-lasers> (A letöltés ideje: 2021. 08. 05.)

<sup>6</sup> Várdai Mihail Istvanovics százados: A világűr militarizálásának kérdéseiről. Honvédségi Szemle, 2021/1.

<sup>7</sup> Космические войска, <https://structure.mil.ru/structure/forces/cosmic/structure.htm> (A letöltés ideje: 2022. 04. 09.)



rendelkezik, mely a tiszti állományt a légi-úrvédelmi haderőnem szervezeti elemei részére képzik ki. Az orosz űrhadviselési csapatok deklaráltan kommunikációs, felderítő- és navigációs műholdakat felügyelnek, valamint kísérleti űreszközök „kipróbálása” is a feladataik között szerepel. Az orosz értelmezés szerint az amerikaiak fegyverkeznek a világűrben, s ez kiemelt fenyegetést jelent mind Oroszország biztonsága, mind a világ békéjének fenntartása vonatkozásában.

Az amerikai műholdellenes fegyverek fejlesztése és tesztelése, azon belül is a „Burnt Frost” művelet 2008-ban, illetve a US Space Force (az Egyesült Államok Ūrereje) létrehozása ostromállapot érzetét kelti az oroszokban. Az orosz retorika ebben a vonatkozásban egybehangzik a kínai bejelentésekkel, miszerint az Egyesült Államok „militarizálja” a világűrt, pedig korábban az ENSZ égisze alatt Oroszország és Kína számos kezdeményezést tett ennek megelőzésére. Ez a retorika egyértelműen szerepel az orosz nemzeti biztonsági stratégiában (NBS) is.<sup>8</sup> A világűr jelentősége abban áll, hogy a nemzetbiztonság egyik kulcsfontosságú eleme, amely fenyegetést is jelenthet, mert az „államok egyre inkább próbálják kiterjeszteni a katonai műveleteket a világűrre”, ami orosz szempontból „egyértelműen a nemzetközi jog megsértése” lenne. Itt kell megjegyezni, hogy a nemzetközi jog alapján a tömegpusztító fegyverek telepítése és az égitestek katonai célú felhasználása tilos, továbbá nem lehet katonai bázisokat létesíteni az égitesteken.

A hidegháború befejeződésével a világűr militarizálása a gyakorlatban nem állt le, habár jelentős változást már az 1967. évi Világűrszerződés is hozott, mert megtiltotta a nukleáris fegyverek Föld körüli telepítését és az égitestek katonai célú felhasználását.<sup>9</sup> A haditechnikai fejlődés és a műholdaktól való polgári és katonai „függés”, illetve a műholdelleni technikai fejlesztések következtében napjainkban a téma nemcsak továbbra is aktuális, hanem összekapcsolódik a releváns biztonságelméletekkel is.

## Biztonságpolitikai aspektusok

A világűr mint környezet hasonlít a nemzetközi vizekhez, hiszen az államok az űrben nem tudnak területeket, térrészeket kijelölni kizárólagos használatra, és ezt a Világűrszerződés is tiltja. A biztonságelméletek közül a járulé-

<sup>8</sup> Указ Президента Российской Федерации от 02. 07. 2021 г. № 400 О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации.

<sup>9</sup> 1967. évi 41. törvényerejű rendelet a „Szerződés az államok tevékenységét szabályozó elvekről a világűr kutatása és felhasználása terén, beleértve a Holdat és más égitesteket” című, Moszkvában, Londonban és Washingtonban 1967. január 27-én aláírt szerződés kihirdetéséről (a továbbiakban: Világűrszerződés). Világűrjog. (szerk. Bartóki-Gönczy Balázs, Sulyok Gábor) Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022. Függelék. 293-298.

kos károk lehetősége miatt nem lehet kizárólagosan egy adott témát alapul venni. A „koppenhágai iskola” által vázolt szektorális felosztás alapján egy adott biztonsági szereplő – alapértelmezésben az államok – vizsgálata komplex módon végrehajtható, és így könnyebb megérteni egy adott eseménynél, helyzetnél a biztonságpolitikai megfontolásokat. Bár a biztonsági szereplők alapvetően állami szintűek, a biztonság dimenziói a nemzetközi szervezektől az államokon át egészen az egyén szintjéig is terjedhetnek, ideértve a nem állami szereplőket (pl. jogvédő szervezetek, terroristacsoportok stb.) is. A „koppenhágai iskola” által felvázolt klasszikus szektorok a következők: katonai, politikai, gazdasági, társadalmi és környezeti.<sup>10</sup> Az információs technológiák elterjedése következtében új elemként/szektorként jelent meg az informatikai és a humánbiztonság is.

A fenti szektorális felosztás a világűr viszonylatában is megállja a helyét, a környezet jellege miatt a következmények nehezen korlátozhatók. A világűr használata az élet szinte minden területén egyre inkább előtérbe kerül, mivel a nemzetközi szinttől egészen az egyén szintjéig – az onnan biztosítható szolgáltatások révén – jelentősen befolyásolja a világ egészének biztonságát.

Az esetleges űreszköz-sérülésekből adódó negatív hatások lokalizálása a környezet és a biztosított szolgáltatások jellege miatt jelenleg még nem oldható meg sem a világűrben, sem a Föld felszínén, azaz minden sérülés az űreszközökben globális következményekkel járhat. A nem-kinetikus beavatkozások, mint például a kibertérben végzett tevékenység, illetve a rádió-elektronikai zavarás a Föld felszínén lokális jellegű hatásokat is kiválthatnak.

A természetes eredetű veszélyforrások folyamatosak, többségükben kiküszöbölhetetlenek, ezek közül a meteoritok és a naptevékenység a legjelentősebbek. Ezek a hatások folyamatosan érik az űreszközöket, és komoly károk okozására képesek. Egy Carrington-esemény<sup>11</sup> nagyságú napkitörés a Föld vonatkozásában a fellépő elektromágneses hatások miatt mind a felszínen lévő infrastruktúrában (pl. elektromágneses hatások ellen nem védett eszközök), mind a világűrben telepített eszközökben jelentős károkat képes okozni, aminek következtében akár a jelenlegi társadalmi-gazdasági-politikai rendszerek is összeomolhatnak, aminek beláthatatlan következményei lehetnek. Egy Carrington-eseményhez hasonló napkitörés 2012. július 23-án történt, de akkor az elkerülte a Földet.<sup>12</sup>

Az emberi eredetű veszélyforrások viszont lehetnek szándékos és nem szándékos jellegűek. A nem szándékos jellegű veszélyforrás jellemzően

<sup>10</sup> Barry Buzan, Jaap de Wilde és Ole Wæver: *Security: A New Framework for Analysis*. Lynne Rienner Publishers, London, 1998. 2.

<sup>11</sup> Carrington, R. C: *Description of a Singular Appearance seen in the Sun on September 1, 1859*. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 20, 13-15.

<sup>12</sup> Tony Phillips: *Near Miss: The Solar Superstorm of July 2012*, [https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2014/23jul\\_superstorm/](https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2014/23jul_superstorm/) (A letöltés ideje: 2021. 11. 12.)



az űrtevékenység során keletkező űrszemét, amely folyamatos veszélyt jelent. Szándékos károk okozására jelenleg csak egyes államok képesek, viszont a keletkező űrszemét akár a saját űreszközeikben is károkat okozhat. A következőkben összevontan tárgyalom a gazdasági és társadalmi hatásokat, mert ezek szorosan összefüggenek, valamint a katonai hatásokat.

## A világűrben vívott katonai műveletek gazdasági-társadalmi hatásai

A világűrben végzett és az azzal kapcsolatos gazdasági tevékenység nagy léptékben a 21. század elején kezdődött meg. A kereskedelmi űripari cégek (pl. SpaceX; Blue Origin; iSpace stb.) a hagyományos állami űrtevékenység deregulációja következtében, a rendelkezésre álló tőke és technológia felhasználásával jelentős űrtevékenységet végeznek. Az Amerikai Egyesült Államokban a NASA<sup>13</sup> 2011 óta nem rendelkezik hordozóeszközzel, így a különböző szolgáltatásokat biztosító űreszközök felbocsájtását jellemzően zömmel ezek a cégek végzik. A kereskedelmi űrtevékenységek fejlődési üteme jelentős, hiszen nem bürokratizáltak olyan mértékben, mint az állami szereplők, valamint a költségek alacsonyan tartása is a céljaik között van. Ebben élen jár a SpaceX, amelyet szorosan követ a Blue Origin, az újrafelhasználható hordozórakétáival. Az újrafelhasználható rakéták jelentette, jelentős mértékűnek



Kettős rendeltetésű műholdak (© NATO)

<sup>13</sup> NASA – National Aeronautical and Space Administration – Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal.



mondható költségcsökkentés révén lehetőség biztosítható arra, hogy egyidejűleg több szereplő is megjelenhessen a világűrben.

A világűr hasznosításának gazdasági vonzatai jelentősek. Csak az Amerikai Egyesült Államok 2023-ban 73,2 milliárd amerikai dollárt irányzott elő űrtevékenységre.<sup>14</sup> A gazdaság is nagymértékben függ a világűrben telepített eszközök tevékenységétől. A GPS<sup>15</sup> által biztosított pontos idő kiemelt fontosságú a globalizált gazdaságban, annak kiesése következtében a nemzetközi gazdaság súlyos károkat szenvedhet el, valamint egyéni szinten a banki átutalások teljesítése függ a GPS által biztosított pontos időtől. A telekommunikációs szolgáltatások közül az internet és a mobilszolgáltatások leállása következtében a műholdas kommunikációs rendszerek más jellegű támadásokkal szemben is sérülékenyebbé válhatnak. A gazdasági és társadalmi hatások között a távérzékelés megszűnése jelentősen nehezíti a mezőgazdasági tevékenységeket, mivel a műholdak képességei nélkülözhetetlenek terméshozambecslésre az egyre inkább elterjedő robotizált munkagépek és gépsorok működtetéséhez. Az egészségügyi szolgáltatások szintén nagyban függenek a műholdak által biztosított szolgáltatásoktól. A telemedicina, a szervtranszplantációval kapcsolatos rendszerek működtetése, a járványok felderítése, monitorozása, illetve az orvoscsoportok irányítása nagymértékben múlik a különböző műholdas rendszerek rendelkezésre állásán. A kutatás-fejlesztési szektor, valamint az űripar is jelentős mértékben függ a világűrbeli űreszközök felhasználásától. Az űrben telepített tudományos műszerek, valamint a Nemzetközi Űrállomáson végrehajtott kísérletek jelentős mértékben hozzájárulnak a földi élet jobbításához, és a technológiai transzfer is jelentős a társadalom irányába.

A másik jelentős gazdasági hasznosítási irány az égitesteken található nyersanyagok bányászata. A cégek – kihasználva a Világűrszerződésben szereplő hiányosságot – az égitestek felszínén potenciálisan állomásoztathatnak fegyvereket a gazdasági tevékenység védelme érdekében. Az űrtevékenység biztosítása céljából a magáncégek részéről a jövőben igényként merülhet fel a „rendfenntartói tevékenység” a biztonság szavatolása érdekében. Néhány amerikai cég kifejezetten az égitestek bányászataát tűzte ki célul, azon belül a Hold és az aszteroidák állnak az érdeklődésük középpontjában. Az aszteroidákban jelentős mennyiségű ritkafém és nemesfém található, aminek a piacra kerülése jelentősen befolyásolhatja a földi gazdaságot.<sup>16</sup> Vegyük például a Ryugu aszteroidát: ezt a japán űrügynökség, a JAXA<sup>17</sup> egyik űrszondája, a *Hayabusa-2* 2020-ban megközelítette azzal a céllal, hogy mintavételezést

<sup>14</sup> Global governmental spending on space programs of leading countries 2023 | Statista (A letöltés ideje: 2024. 05. 25.)

<sup>15</sup> Global Positioning System - GPS, Globális helymeghatározó rendszer.

<sup>16</sup> The New Space Race | Start Here, <https://www.youtube.com/watch?v=4E31FUrPjss&t=340s> (A letöltés ideje: 2020. 03. 17.)

<sup>17</sup> Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA, Japán Űrkutatási Ügynökség.



követően a mintát eljuttassa a Földre.<sup>18</sup> A JAXA ezzel a misszióval bebizonyította, hogy a világűrben lévő nyersanyagok bányászhatóak és eljuttathatók a Földre. A Ryugu ásványkincsértéke becslések alapján 82,76 milliárd amerikai dollár (USD), amiből a várható profit 30,08 milliárd USD<sup>19</sup>, és ez csak egy olyan a sok aszteroida közül, amelyből a különböző cégek perspektivikusan nyersanyagot bányásznának. Jelenlegi becslések alapján több száz olyan aszteroida található az űrben, ahonnan bányászni lehet, és előbb vagy utóbb a technológiai fejlődés következtében a nyersanyagok kitermelése rendkívül jövedelmező tevékenységgé válik.

## Katonai hatások

Az űreszközöktől való növekvő függés nemcsak a haderőket, hanem a nem-reguláris csoportokat, terrorista szervezeteket is jellemzi. Az űreszközök (véletlenszerű vagy szándékos) sérülése a kifinomult fegyverrendszereket használhatatlanná tudja tenni. A navigáció, a pontos idő, a kommunikáció és a meteorológiai szolgáltatások kiesése a katonai műveletek minden szintjén komoly kihívásokat jelenthet. Egy ilyen esemény még az Amerikai Egyesült Államok legmagasabb szintű technológiával felszerelt haderejének alkalmazását is rendkívül megnehezítené. Ahogy John E. Hyten tábornok említette, az amerikai fegyveres erők a világűrképessegek nélkül a II. világháborús szintű képességekkel rendelkeznének.<sup>20</sup> Ma már gyakorlatilag a teljes haderő – az egyes harcstóltól kezdve a bonyolult fegyverrendszerekig – függ a műholdaktól. A valós idejű kommunikáció, a navigáció és a pontos idő révén az amerikai fegyveres erők jelentős előnyhöz jutnak a szemben álló féllel szemben. A globális hatókör/tevékenység biztosításához is elengedhetetlenek az űreszközök. A haditengerészeti kötelékek műholdas támogatás nélkül csupán rendkívül korlátozott képességekkel rendelkeznének. Ezek hiányában a modern légierő-kötelékek akár teljes mértékben földre kényszerülnének, továbbá lehetetlenné válnának a precíziós támadások/csapásmérés. A nukleáris fegyverrendszerek irányítási/vezérlési rendszerében a világűrkomponens rendkívüli jelentőséggel bír.<sup>21</sup> A nukleáris támadás érzékelése, a riasztás és az indítási parancs továbbítása a különböző műholdak alkalmazása

<sup>18</sup> Hayabusa 2 Extended Mission, <http://www.hayabusa2.jaxa.jp/en/> (A letöltés ideje: 2024. 05. 25.)

<sup>19</sup> Asterank Scientific and Economic Database, <http://www.asterank.com/> (A letöltés ideje: 2024. 05. 25.)

<sup>20</sup> The Next Battlefield (CNN Documentary), [https://www.youtube.com/watch?v=j-ZBLFhb\\_lg](https://www.youtube.com/watch?v=j-ZBLFhb_lg) (A letöltés ideje: 2019. 11. 12.)

<sup>21</sup> Rachel S. Cohen: Air Force Global Strike Command Eyes Changes in Second Decade, <https://www.airforcemag.com/air-force-global-strike-command-eyes-changes-in-second-decade/> (A letöltés ideje: 2020. 03. 18.)

nélkül nagymértékben megnehezítheti az esetleges válaszcsapást. A műholdakkal kapcsolatosan az Egyesült Államok légieroje 2006-ban rendezett először olyan gyakorlatot, ahol a navigációs szolgáltatásokat zavarták.<sup>22</sup> Ezen a gyakorlaton tesztelték a modern légierő képességeit és lehetőségeit egy esetleges világűrben végrehajtott támadás következtében előálló helyzetben. Ennek során bebizonyosodott, hogy a légierő felkészítésében, valamint az alkalmazott eljárásokban szükséges egy vészhelyzeti forgatókönyv kidolgozása, amennyiben nem állnak rendelkezésre a világűrszegmens által nyújtott szolgáltatások. A gyakorlatra azért volt szükség, mert Oroszország és Kína erős műholdzavaró képességeket fejlesztett ki, amelyekkel az amerikai haderő képességeit csökkenthetik.<sup>23</sup>

## Elrettentés

Az elrettentés mint stratégiai koncepció legelőször teljes mértékben a nukleáris fegyverkezésnél mutatkozott meg. A világűr vonatkozásában is a hidegháborús terminológiához hasonló nyelvezetet használ, így például teljes vagy rugalmas válaszcsapás kilátásba helyezéséről szól. Végiggondolva azonban az elrettentésről belátható, hogy abszurd, mivel az űrfegyverek tényleges alkalmazása kontraproduktív lehet.<sup>24</sup> A katonai űreszközök telepítésének, az űrhadviselési szervezetek létrehozásának, valamint a különböző kísérleteknek alapvetően elrettentési funkciójuk van: a potenciális ellenfelek nagy mennyiségű erőforrást fordítanak a világűrben végzett tevékenységekre, amivel megmutatják a világnak a technológiai képességeiket. A különböző kísérletek egyértelműen üzenetértékkel bírnak a potenciális ellenfelek számára. A világűr-tevékenység állami olvasatban a klasszikus és vegytiszta biztonsági dilemma problémakörének mérlegetése.<sup>25</sup> Gyakorlatilag az űrkorszak kezdetétől napjainkig az államok percepciója az, hogy „a másik biztosan fegyvereket telepít a világűrbe”. Az Amerikai Egyesült Államok, az Oroszországi Föderáció és Kína folyamatosan próbálja bizonyítani, hogy a világűrben telepített űreszközök nem minősülnek fegyvernek, valamint azt, hogy a világűrben nem terveznek katonai tevékenységet végrehajtani.

<sup>22</sup> Staff Sgt. Don Branum: Airmen learn to counter satellite-jamming threats, <https://www.af.mil/News/Features/Display/Article/143567/airmen-learn-to-counter-satellite-jamming-threats/> (A letöltés ideje: 2020. 03. 18.)

<sup>23</sup> Ronald C. Wilgenbusch – Alan Heisig: Command and Control Vulnerabilities to Communications Jamming. Joint Force Quarterly 69, 56–63., [https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-69/JFQ-69\\_56-63\\_Wilgenbusch-Heisig.pdf](https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-69/JFQ-69_56-63_Wilgenbusch-Heisig.pdf) (A letöltés ideje: 2020. 03. 18)

<sup>24</sup> Col. John Hyten: Moral and Ethical Decisions Regarding Space Warfare. Air & Space Power Journal, Summer 2004, 53–60.

<sup>25</sup> John H. Herz: Idealist Internationalism and the Security Dilemma. World Politics, Vol. 2, No. 2 (Jan., 1950), 157–180.



Az viszont, hogy űrhadviselési szervezetek léteznek – és valljuk meg őszintén, jelentős anyagi és humánerőforrás-ráfordítások árán ezek a szervezetek fejlődnek – bizonyítja, hogy az államok gyakorlatilag hadszíntérként tekintenek a világűrre, valamint készek végső esetben a Föld körüli térséget teljes mértékben „használatlanná” tenni, és ezzel a modern civilizációt megsemmisíteni, ami jelentős „fékező hatásként” jelentkezik. A képességek vonatkozásában alapvetően a nem-kinetikus módszerek kerülnek előtérbe, de a kinetikus módszerek alkalmazásával kapcsolatos deklarációk – főleg orosz részről – is folyamatosan jelen vannak. Ez a gondolatmenet nagyon hasonló a nukleáris elrettentéshez; a Föld felszínén a környezeti károk nem lesznek várhatóan annyira jelentősek, viszont az okozott károk jelentősége hasonló mértékű, és ezt az orosz nukleáris fegyverek alkalmazását deklaráló stratégiai dokumentum is megemlíti. Az orosz katonai űrképességekkel kapcsolatosan meg kell említeni, hogy doktrinálisan a világűr militarizálása az „egyik legfőbb fenyegetés”, viszont a fölény fenntartása a katonai műveletek összes hadszínterén – ideértve a világűrt is – fő feladatként jelentkezik a kívánt végcél(ok) elérése érdekében.<sup>26</sup> A nukleáris fegyverek alkalmazására, bevetésére akkor kerülhet sor, amikor Oroszország vagy szövetségesei ellen nukleáris vagy más tömegpusztító fegyvert alkalmaznak, vagy olyan mértékű agresszió éri Oroszországot hagyományos fegyverek alkalmazásával, ami az állam fennmaradását veszélyezteti.<sup>27</sup> Az erről szóló dokumentum nem részletezi, hogy mit jelent az olyan mértékű hagyományos fegyverekkel indított agresszió, ami az állam létét fenyegeti. A nukleáris fegyverek alkalmazását technikai szinten az Oroszország és szövetségesei elleni ballisztikus rakéták indítása is kiválthatja. Vagyis ez alapján egy potenciális világűr-földfelszín, nem nukleáris fegyverrendszer hatásait Oroszország akár nukleáris csapással is megtorolhatja. Érdeemes megjegyezni, hogy a 2021. évi orosz Nemzeti Biztonsági Stratégia egy pontban említi meg csak a világűrt, mint hadszínteret.<sup>28</sup> A 2014-es orosz katonai doktrína szintén deklarálja, hogy a világűr biztonsága kiemelt katonai stratégiai érdek. A légi és űrből érkező támadások elhárításáról hangsúlyosan szól az orosz katonai doktrína, vagyis a különböző légi és űrbeli, potenciálisan veszélyes célpontok elleni katonai tevékenység az, ami elsősorban a ballisztikus rakéták elleni védelmet jelenti.<sup>29</sup>

<sup>26</sup> Кристина Цицура: В МИД России заявили, что спутники Запада в космосе могут стать «законной целью», [https://vz.ru/news/2023/10/16/1235213.html?utm\\_source=yhnews&utm\\_medium=desktop](https://vz.ru/news/2023/10/16/1235213.html?utm_source=yhnews&utm_medium=desktop) (A letöltés ideje: 2023. 12. 01.)

<sup>27</sup> Указ Президента Российской Федерации Об Основах государственной политики Российской Федерации в области ядерного сдерживания §17. 02. 06. 2020. N. 355. Указ Президента Российской Федерации от 02. 06. 2020 г. № 355 • Президент России (kremlin.ru) (A letöltés ideje: 2024. 05. 25.)

<sup>28</sup> Указ Президента Российской Федерации от 02. 07. 2021 г. № 400 0 Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, § 17, <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47046> (A letöltés ideje: 2022. 08. 19.)

<sup>29</sup> Военная доктрина Российской Федерации, 2014 § 8; § 14, <https://docs.cntd.ru/document/420246589> (A letöltés ideje: 2022. 08. 19.)

## Reziliencia

Egy állam vagy nemzetközi biztonsági, azon belül kollektív védelmi szervezet erejének egyik tényezője az ellenálló/túlélőképessége, azaz a reziliencia, ami jelentősen függ a különböző támadások, környezeti és egyéb hatások miatt bekövetkezett károk enyhítésének módszereitől, sebességétől és hatékonyságától.

A világűrben, különösen a Föld körüli térségben a természetes és az ember okozta veszélyforrások fokozottan fenyegetik a biztonságot. Mindkét fő kategória jelentős károkat tud okozni, a kaszkádhatás következtében a Földön is. A kaszkádhatás a hálózattudományban pontosan leírt eseménysorozat, amikor egy hálózati csomópont sérülése következtében a hálózatban a csatlakozó csomópontokon keresztül a hálózat jelentős része nem lesz képes betölteni a funkcióit, így akár más hálózatok sérülése is bekövetkezhet. Leírásakor szükséges ismerni egy adott rendszerben található elemek számát, azok kapcsolatát egymás között, valamint azt, hogy az adott rendszer mennyire és milyen módon kapcsolódik más rendszerekhez.

A világűrben végrehajtott műveletek esetén a lehető leggyorsabban szükség van új űreszközök telepítésére a kiesett szolgáltatások pótlására. Erre a leginkább a *CubeSat*<sup>30</sup> alkalmas, mivel kis mérete, valamint az alkalmazott új típusú szenzorok, adatátviteli és pozicionáló rendszerek miniaturizálása révén lehetővé válik nagy mennyiségben, viszonylag alacsony költségekkel sok űreszköz felbocsajtása felderítési és kommunikációs célokból alacsony Föld körüli pályára (LEO).<sup>31</sup> Az Indiai Űrügynökség (ISRO)<sup>32</sup> például 2017. február 15-én egyidejűleg 104 űreszköz, abból 103 *CubeSat* felbocsajtását hajtotta végre. További előnye a *CubeSat* alkalmazásának, hogy kis méretű célpontot nyújt a kinetikus fegyvereknek, és a sok, gyakorlatilag „swarming” (rajzás) módszerrel működő űreszköz által biztosított folyamatos szolgáltatás sokáig fenntartható. Ennek az elméleti alapját hálózattudományi szempontból az Erdős-Rényi-modell<sup>33</sup> írja le, amely a nem strukturált hálózatokkal kapcsolatosan határozza meg a hálózat működőképességének fenntartásához szükséges minimális kapcsolatszámot a hálózat elemei között. Minél több kapcsolat van az elemek között, a hálózat annál nehezebben sérül. Az elgondolás lényege, hogy az űreszközök olyan komplex hálózatot alkossanak, amely az egyes kapcsolatok megszakadása ellenére továbbra is biztosíthatja a rendszer működőképességét, azaz ne lépjen fel a kaszkádhatás.

<sup>30</sup> NASA CubeSat Launch Initiative: CubeSat101 Basic Concepts and Processes for First-Time CubeSat Developers, October 2017.

<sup>31</sup> Low Earth Orbit - LEO, alacsony Föld körüli pálya.

<sup>32</sup> Indian Space Research Organization - ISRO, Indiai Űrkutató Szervezet. ISRO sets space record: Highlights of successful launch of Cartosat-2 and 103 other satellites, <https://www.hindustantimes.com/india-news/final-countdown-isro-hours-away-from-record-launch-of-104-satellite-into-space/story-yfC7OLKVupmiagGxWvnW0l.html> (A letöltés ideje: 2019. 11. 12.)

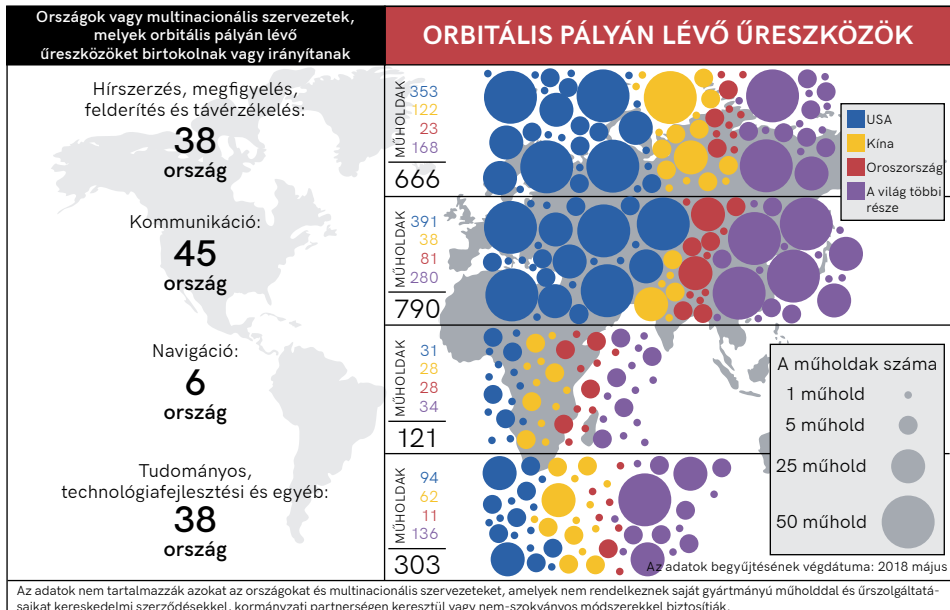
<sup>33</sup> Erdős Pál (1913–1996), Rényi Alfréd (1921–1970) világhírű magyar matematikusok, az MTA volt tagjai.

## Űrhadviselési szervezetek

A világűr katonai felhasználása érdekében – különös tekintettel az űreszközök felbocsájtására, más államok eszközeinek monitorozására, zavarására és az űrbeli fegyverek alkalmazására – főként az Egyesült Államok, a Szovjetunió/ Oroszország, majd a 21. században már Kína is jelentős katonai szervezeteket hozott létre. Ez speciális jellegéből adódóan egy új szervezeti formát kíván, amely „űrhadviselési csapatokként” ismert. Ezek alapvetően a hadászati rakétákat alkalmazó szervezetekből jöttek létre, a szervezeti alárendeltségük és a felépítésük, feladatrendszerük folyamatosan fejlődik, miközben jelentős tevékenységet fejtenek ki a világűrben. Az űreszközök egy része az ő kizárólagos kezelésükben van – bár csak a legfelső szintű politikai vezetés/vezető utasítására alkalmazhatóak –, illetve azonnal át tudják venni az „uralmat” a kettős hasznosítású eszközök felett a katonai műveletek céljainak elérése érdekében.

A katonai célú űreszközök jellemzően az alábbi szolgáltatásokat nyújtják:

- felderítési információk biztosítása;
- navigációs szolgáltatások;
- kommunikáció;
- meteorológiai szolgáltatások.



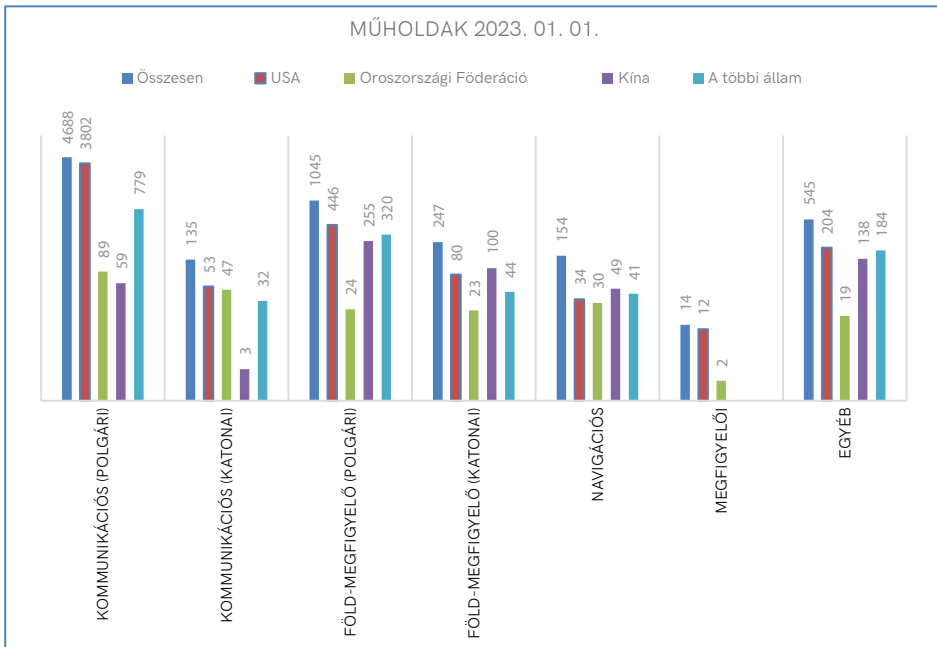
1. ábra: A Föld körül található űreszközök 2018-ban<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Competing Space NASIC Public Affairs Office 4180 Watson Way Wright-Patterson AFB, OH 45433-5625 (937) 522-6600. 4-5., www.nasic.af.mil (A letöltés ideje: 2022. 12. 11.)

Az 1. számú ábrán a Föld körül található űreszközök darabszáma található 2018. májusi adatok alapján. Ezek az adatok nem tartalmazzák a teljes űreszközmennyiséget, azaz a kereskedelmi felügyeletű és az egyéb, nem deklarált rendeltetésű űreszközöket. Kék színnel az Amerikai Egyesült Államok, sárga színnel Kína, vörös színnel az Oroszországi Föderáció és lila színnel az egyéb államok által üzemeltetett űreszközöket láthatjuk. 2018-ban 38 állam üzemeltetett 666 darab felderítő-, megfigyelő-, és távérzékelő műholdat. Azon belül az Amerikai Egyesült Államok 353, Kína 122, az Oroszországi Föderáció 23, míg a többi állam 168 űreszközt üzemeltetett. Kommunikációs műholdakat 45 állam üzemeltetett, összesen 790 db aktív űreszközt. Azon belül az Amerikai Egyesült Államok 391, Kína 38, az Oroszországi Föderáció 81, a többi állam 280 műholdat használt kizárólagosan. Hat ország 121 darab navigációs műholdat telepített, amiből az Amerikai Egyesült Államok 31-et, Kína és az Oroszországi Föderáció 28-28 darabot, valamint a többi állam 34-et üzemeltetett 2018-ban. Tudományos, kutatási és egyéb nem deklarált célú műholdat 38 állam üzemeltetett, ezek száma 303 darabot tett ki 2018-ban. Az Amerikai Egyesült Államok 94, Kína 62, az Oroszországi Föderáció 11, más államok 136 darab ilyen típusú műholdat üzemeltettek. Látható, hogy az Amerikai Egyesült Államok 2018-ban nagy mennyiségű űreszközt üzemeltetett, ezen belül jelentős a felderítő-, megfigyelő és távérzékelő, valamint a kommunikációs műholdak száma.

2023. január 1-jére a műholdak száma jelentősen megnőtt. A 2. ábrán összesítetten látható a műholdak megoszlása a főbb felbocsájtóik, illetve elsődleges rendeltetésük szerint.

A 2. számú ábrán látható grafikon a 2023. január 1-jei állapot szerint mutatja be főbb aktorokként a bejelentett űreszközök darabszámát. A grafikonon látható, hogy a legtöbb űreszközt az Amerikai Egyesült Államok bocsájtotta fel, összesen 4361 darabot a 6826 darabból. A második helyen összesítésben 608 darabbal Kína, míg harmadik helyen összesen 234 darabbal Oroszország áll. A „többi állam” címke alatt nem kívántam részletezni az összes államot, amelyik űreszközt üzemeltet. Ebből a legtöbb a polgári (kormányzati) kommunikációs műhold, amelyek kettős, vagyis polgári és katonai célú adatok továbbítására is alkalmasak, és ezen a területen egyértelműen látható az Amerikai Egyesült Államok fölénye, ahogy a „Föld-megfigyelő” platformok tekintetében is. A 2018-as adatokhoz képest látható, hogy Kína jelentősen megnövelte űreszközeinek darabszámát, amiből arra lehet következtetni, hogy fő feladatként kezeli a stratégiai céljaihoz szükséges műholdas lefedettség kiépítését. Az Oroszországi Föderáció esetében az űreszközök darabszámából nem célszerű messzemenő következtetéseket levonni, mert igaz ugyan, hogy kevesebb űreszközt üzemeltet, mint Kína, viszont azok képességei, pályadatai jelentősen eltérnek, elsősorban az indítási helyszínek következtében.



2. ábra: Üreszközők darabszáma 2023. január 1-jei állapot szerint <sup>35</sup>

## Űrfegyverek

A biztonsági kihívások, kockázatok, fenyegetések szektorális felosztásának elmélete (a továbbiakban: „a koppenhágai iskola”) szerint a katonai szektor legjellemzőbb eleme a fegyverzet és a fegyverkezés problémaköre. Ennek szerves részét alkotja a hagyományos és nukleáris csoportokon túl az űrfegyverek kérdése.

Az űreszközők, azokon belül a katonai rendeltetésűek már első megjelenésük idején a fejlesztés előterébe kerültek. A *Szputnyik-1* műhold indítását követően a szemben álló feleknél olyan elképzelések is felmerültek, hogy háború esetén a feljuttatott űreszközőket megsemmisítik vagy működésükben zavarják, illetve a földi célpontok támadását a világűrből hajtják végre – ez utóbbit mind nukleáris, mind kinetikai hatáson alapuló fegyverrendszerekkel képzelte el a két szemben álló szuperhatalom. Ezek a fegyverrendszerek az 1950-es években tudományos-fantasztikumnak hatottak, sok esetben csak a tervezési fázisig jutottak el, néhány eszközzel viszont sikeres kísérleteket hajtottak végre.

<sup>35</sup> Union of Concerned Scientists: UCS Satellite Database, <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (A letöltés ideje: 2023. 11. 14.)



A legfontosabb kérdés az, hogy mi minősül fegyvernek a világűrben – ebben a tekintetben nincs egységes meghatározás. Általánosságban alapvetően fogadják el, hogy a clausewitzi gondolat jegyében, a világűrben végzett katonai műveletek alapvetően megfeleltethetők a földi, felszíni műveleteknek. Ez azt jelenti, hogy a széleskörűen alkalmazott támogató funkcióin felül az adott űreszköznek képesnek kell lenni a károkozásra mind a földfelszínen, mind más űreszköz vonatkozásában.

1. táblázat: Űrfegyverek osztályozása<sup>36</sup>

	Kinetikus	Nem kinetikus
Föld–világűr	<p><b>Példa:</b> Közvetlen műholdelhárító rakéta Működési mechanizmus: Rakétával feljuttatott robbanófej vagy lövedék, ami közvetlenül eltalálja a cél műholdat vagy annak közelében robban fel. A robbanófej lehet nukleáris vagy hagyományos.</p> <p><b>Effektusok:</b> A Föld–világűr kinetikus fegyver más műholdak biztonságos működését jelentősen befolyásoló mennyiségű űrszemetet hoz létre. A nukleáris robbantás a világűrben megnöveli a műholdak sugárzásnak való kitettségét, amivel jelentős mértékben csökkenthető az élettartamuk.</p> <p><b>Demonstrálták-e már?</b> A Föld–világűr kinetikus hatású fegyvereket az USA, Oroszország, Kína és India már sikeresen tesztelte. Nukleáris robbantásokat a világűrben az 1960-s években az USA és a Szovjetunió hajtott végre.</p>	<p><b>Példa:</b> „Uplink” zavaró, lézeres zavarás/vakítás, kibertámadás Működési mechanizmus: A nem-kinetikus műholdelleni fegyverek szárazföldről, tengeri- és légi platformról alkalmazhatók, és fizikai kontaktus nélküli műholdak, vagy a rajtuk telepített szenzorok működését befolyásolják.</p> <p><b>Effektusok:</b> A nem-kinetikus fegyverek zavarják vagy korlátozzák a műhold működését. Ideiglenes vagy végleges hatásokat lehet elérni velük, de alapvetően nem képződik nagy mennyiségű űrszemét vagy más járulékos kár.</p> <p><b>Demonstrálták-e már?</b> Több állam már demonstrálta ezt a képességet, ideértve Oroszországot, Kínát, Iránt és más szereplőket.</p>
Világűr–világűr	<p><b>Példa:</b> Koorbitális (CO) műholdelhárító fegyver, világűrben telepített rakétaelhárító fegyver <b>Működési mechanizmus:</b> Egy műhold pályára állást követően a cél közelébe manőverez, és közvetlenül eltalálja azt, vagy közelében egy nukleáris vagy hagyományos robbanófejet robbant fel.</p> <p><b>Effektusok:</b> Más, hasonló és közeli pályásíkon levő műholdak biztonságos működését jelentősen befolyásoló mennyiségű űrszemetet hoz létre. A nukleáris robbantás a világűrben megnöveli a műholdak sugárzásnak való kitettségét, amivel jelentős mértékben csökkenthető az élettartamuk.</p> <p><b>Demonstrálták-e már?</b> A Szovjetunió a hidegháború időszakában több alkalommal sikeresen tesztelt kinetikus koorbitális műholdelhárító fegyvert.</p>	<p><b>Példa:</b> Koorbitális<sup>37</sup> „crosslink” zavaróberendezés, koorbitális nagy energiájú mikrohullámú berendezés <b>Működési mechanizmus:</b> Egy pályára állított műhold nem-kinetikus módszerekkel (pl. nagy energiájú mikrohullámú sugárzás vagy zavaróberendezés) alkalmazásával egy másik műhold működését zavarja.</p> <p><b>Effektusok:</b> A nem-kinetikus fegyverek zavarják vagy korlátozzák a műhold működését. Ideiglenes vagy végleges hatásokat lehet elérni velük, de alapvetően nem képződik nagy mennyiségű űrszemét vagy más járulékos kár.</p> <p><b>Demonstrálták-e már?</b> Nem áll rendelkezésre nyílt forrású jelentés ilyen típusú rendszer teszteléséről, habár egy ilyen teszt a külső megfigyelő számára távvezérelt megközelítési műveletnek (remote proximity operation) látszik.</p>

<sup>36</sup> Todd Harrison: International Perspectives on Space Weapons, CSIS Aerospace Project, May 2020, 6.

<sup>37</sup> Egyes magyar nyelvű tanulmányokban az angol „co-orbital” kifejezésre javaslatként megjelent a „kötelékrepülő” kifejezés.



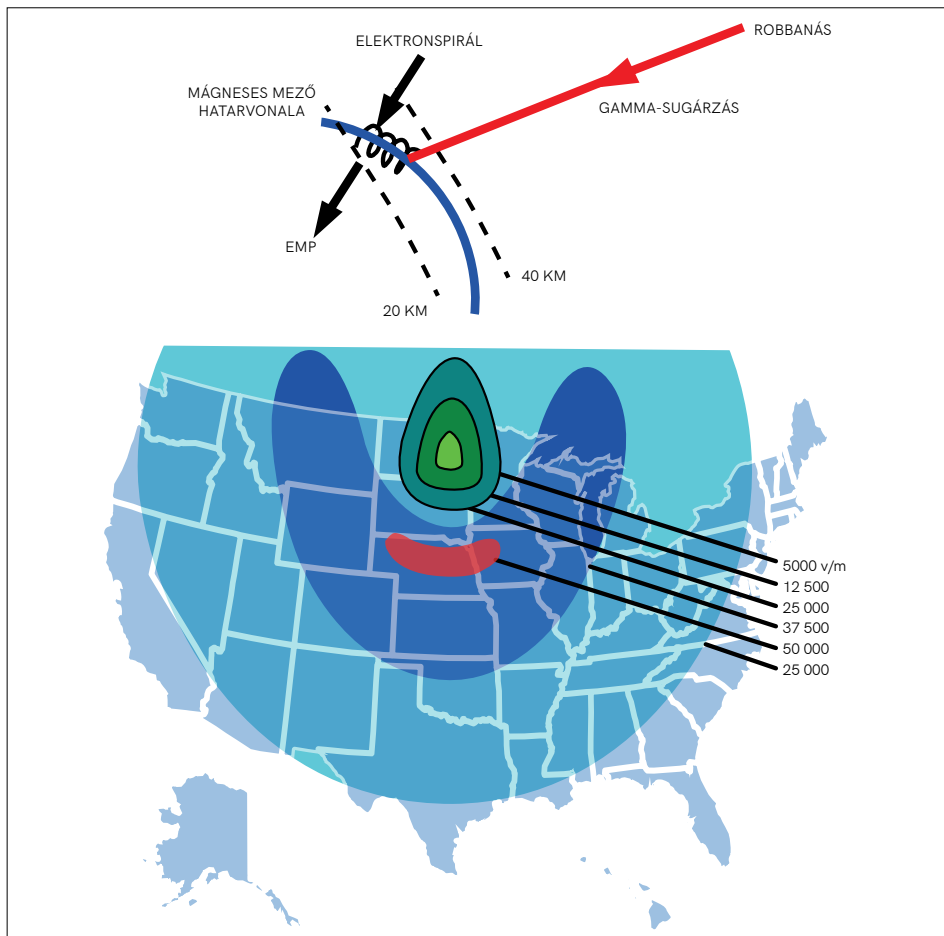
	Kinetikus	Nem kinetikus
Világűr-Föld	<p><b>Példa:</b> Űrben telepített globális hatósugarú csapásmérő rendszer (pl. a földfelszínt érő kinetikus orbitális csapás, „Isten rúdjai”)</p> <p><b>Működési mechanizmus:</b> A fegyverrendszer, pályára állást követően, parancsra letér a keringési pályáról és a légkörbe lépés után a Föld felszínén levő célpontra csapást mér. A károkozás vagy maga a fegyver kinetikus energiája, vagy a légkörbe belépő robbanófej (hagyományos vagy nukleáris) hatásán alapul.</p> <p><b>Effektusok:</b> A hatás nagyban függ attól, hogy milyen típusú robbanófejet alkalmaznak (hagyományos vagy nukleáris), összességében hasonló, mint a felszíni telepítésű ballisztikus rakéták esetében, amelyek a Föld felszínén található célpontokat rövid időn belül képesek elérni, és a célnak kevés ideje marad reagálni.</p> <p><b>Demonstrálták-e már?</b> Habár az azonnali globális csapásmérés érdekében a világűrben telepített fegyverrendszerekkel kapcsolatosan az USA fegyveres erői lehetőségként tekintenek rá, jelenleg még nem áll rendelkezésre nyílt forrású jelentés arról, hogy ilyen rendszert teszteltek volna.</p>	<p><b>Példa:</b> Világűrben telepített „downlink” zavaró berendezés, világűrben telepített nagy energiájú lézer</p> <p><b>Működési mechanizmus:</b> A műholdon levő nem-kinetikus fegyver képes a Földön található erőket célba venni, egy ilyen lézer alkalmazható rakéták vagy levegőben levő repülőgépek elfogására, vagy például egy ilyen zavaróberendezés zavarhatja a rádiólokátorokat, illetve a műholdak földi irányítóállomásait.</p> <p><b>Effektusok:</b> Alkalmazás esetén a hatások a célterületre lokalizálhatók lehetnek; egy ilyen fegyverrendszer elméletileg előzetes jelzések nélkül bárhol képes csapást mérni.</p> <p><b>Demonstrálták-e már?</b> Habár az USA-ban foglalkoztak egy világűrben telepített lézerfegyver tervével a ballisztikus rakéták elleni védelem érdekében, jelenleg még nem áll rendelkezésre nyílt forrású jelentés arról, hogy ilyen rendszert teszteltek volna.</p>

## Földi célpontok elleni fegyverrendszerek

Az egyik verzió szerint a világűrben telepített fegyverek a háború kitörésekor az ellenség területére nukleáris robbanófejekkel csapást mérnek a földi célpontok ellen. Kijuttatásukat Föld körüli pályára még a békeidőszakban hajtják végre, polgári célú indításnak álcázva, vagy a másik változatban manőverező, többször használatos űreszközzel (pl. űrrepülőgép) hajtják végre ezeket a támadásokat. A földi célpontok elleni, űrben telepített fegyvereket egyelőre csupán elméleti szinten dolgozták ki, és a jelenlegi tervek szerint a nukleáris robbanás kísérőjelenségeit használják ki a földi célpontok elleni támadásra. A legjelentősebb, a földi tevékenységet jelentősen befolyásoló kísérleti jelenség az elektromágneses impulzus, amely a magaslégköri és a világűrben végrehajtott nukleáris robbanáskor keletkezik.

A 3. ábrát az Amerikai Egyesült Államok szárazföldi hadereje készítette 1994-ben, amikor egy magaslégköri nukleáris robbanás hatását kívánták modellezni. A sárgával jelzett terület a robbanás epicentrumát jelöli, a többi szín a robbanás hatására létrejött elektromos mezőket mutatja volt/méterben (V/m). Az ábrán látható, hogy a legkisebb elektromos mező a robba-

nás epicentrumánál keletkezik, illetve a Föld mágneses vonalainak hatására az elektromos mező egy sávban rendkívül erős (37 500 és 50 000 V/m). Ez a kísérlet egy körülbelül 300 kilotonnás hatóerejű<sup>38</sup> nukleáris töltet robbantását modellezi a világűrben a Föld felszínétől 400 km-re. A Föld felszínétől számított 20–40 km között a légkör molekulái elnyelik a gamma-sugárzást, viszont a mágneses tér hatására elektronspirál alakul ki, és ez generálja az EMP<sup>39</sup>-hullámot, amely jelentősen károsítja az elektronikai eszközöket.



3. ábra: Magaslégköri nukleáris robbanás hatása az Amerikai Egyesült Államok területén<sup>40</sup>

<sup>38</sup> A Hirosimát elpusztító nukleáris töltet hatóereje 25 kt volt.

<sup>39</sup> Electromagnetic Pulse –EMP, elektromágneses impulzus.

<sup>40</sup> A Test Operations Procedure (TOP) 1-2-612, Nuclear Environment Survivability, 15 Apr 94, Department of the Army, Headquarters, U.S. Army Test and Evaluation Command, Aberdeen Proving Ground, Maryland 21005-5055 (AD-A278230) Figure #D-3 p. D-4.



A másik terv az űrből végrehajtott egyfajta bombázás, melynek során többször használatos űreszközök alkalmazásával, a keringési pálya módosításával kívánnak csapást mérni az ellenség területére. Az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió is elkezdte a többször használatos űreszközök<sup>41</sup> fejlesztését, és a katonai célú alkalmazásokat is kidolgozta hozzájuk. A szovjet fél az amerikai „Space Shuttle”-lal kapcsolatos elgondolásokat úgy értelmezte, hogy az űrrepülőgép a Szovjetunió ellen, a világűrben végrehajtott csapás eszköze, valamint a raketének méretéből arra a következtetésre jutott, hogy szovjet űreszköz elfogására/befogására készült. Ennek legjellemzőbb példája a *Szaljut-7* űrállomás meghibásodása, amit a szovjetek feltételezése szerint a *Challenger* űrsikló képes lett volna lehozni<sup>42</sup>, de azt az akkori politikai vezetés automatikusan háborús cselekménynek minősítette volna, és gyorsan nukleáris konfliktusba fordult volna a helyzet.<sup>43</sup>

A szovjet/országi *Buran* űrsikló válasz volt az amerikai Space Shuttle-programra, mivel az oroszok azt hitték, hogy az amerikaiak az űrből történő bombázásra készülnek. Az orosz tervekben látszik, hogy a *Buran* rakete több, kis méretű BOR<sup>44</sup> sikló befogására lett volna képes, amelyek önállóan célra irányozhatók voltak. A BOR-siklókat a tervek szerint nukleáris töltettel látták volna el, és egy pályamódosítással az Amerikai Egyesült Államok területe ellen végrehajtott „precíziós támadásra” használták volna fel őket.<sup>45</sup> Érdemes megjegyezni, hogy ez a terv nem ment szembe a „Világűregyezménnyel”, mert nem állandó jelleggel állomásoztatott volna a világűrben tömegpusztító fegyvert.

A kinetikus hatásmechanizmus elvén működő, földi célpontok elleni, űrben telepített fegyverrendszert sem valósították meg. Elméletét Jerry Pournelle dolgozta ki, amikor még az Egyesült Államok haderejénél volt kutató. Elgondolása szerint egy űreszköztől a megadott földi célpontokra volfrámrudakat lőnek ki, ezek becsapódáskor nagy mennyiségű energia szabadul fel, és nem keletkezik sugárzás. Egy ilyen, fémrudakkal történő csapásmérés a koncepciója alapján akár egy nagy kiterjedésű város elpusztítására is alkalmas lett volna<sup>46</sup>. (Ezt a lehetőséget a *Veritasium* Youtube-csatornán modellezetten kipróbálták, és arra jutottak, hogy hatását tekintve elhanyagolható, valamint

<sup>41</sup> Ezek a tervek az Amerikai Egyesült Államokban az X-20 Dyna-Soar és a Szovjetunióban a BOR többször használatos eszközökkel kapcsolatosak.

<sup>42</sup> Forrás: [https://www.nasa.gov/returntoflight/system/system\\_Orbiter.html](https://www.nasa.gov/returntoflight/system/system_Orbiter.html) (A letöltés ideje: 2020. 03. 10.); David S. F. Portree: *Mir Hardware Heritage*, NASA RP 1357, March 1995. 90. Az itt található adatok alapján az űrsikló képes lett volna ezt a feladatot végrehajtani.

<sup>43</sup> Роскосмос ТВ: Битва за „Салют”. История подвига, <https://www.youtube.com/watch?v=Wxhv6GOLzqE> (A letöltés ideje: 2022. 11. 14.)

<sup>44</sup> Беспилотный Орбитальный Ракетоплан - BOR/БОР, Пилота nélküli űrrepülőgép.

<sup>45</sup> Применение „Бурана”, <http://buran.ru/htm/spirit.htm> (A letöltés ideje: 2022. 11. 14.)

<sup>46</sup> RODS FROM GOD / Imagine a bundle of telephone poles hurtling through space at 7,000 mph, <https://archive.is/QLdOR#selection-2255.0-2255.87> (A letöltés ideje: 2022. 10. 05.)

a célba juttatás az elképzelt módon rendkívül nehézkes).<sup>47</sup> A kinetikus orbitális csapásmérő űrfegyver tervei végül szerencsére nem valósultak meg, mivel a prioritások időközben megváltoztak az amerikai-szovjet tárgyalások és a politikai helyzet alakulása következtében.

## Űreszközök elleni fegyverek

Az űreszközök elleni fegyverek fejlesztése gyakorlatilag az első űreszköz pályára állását követően kezdődött meg. Az Amerikai Egyesült Államok szinte azonnal, mintegy a szovjet űrtevékenységre válaszul, kifejlesztette a világon az első műholdelhárító fegyvert, a *Bold Orient*.<sup>48</sup> Ez egy kétlépcsős, repülőgépről indított rakéta volt, amelyet a tesztelése során az amerikaiak egy előre meghatározott pontra irányoztak be. A szovjet fél jellemzően az 1970-s években kísérletezett a világűrben telepített eszközökkel, amihez a felszínen különböző felderítő- és megfigyelőrendszereket telepített. Természetesen az Amerikai Egyesült Államok is telepített rádiólokátor-rendszert a világűr figyeléséhez, később GEO-n<sup>49</sup> elhelyezett úgynevezett figyelőműholdakkal biztosítja a folyamatos felügyeletet. A szovjet tervek és kísérletek az ISZ<sup>50</sup> rendszerrel komoly technikai felkészültségről tettek tanúbizonyságot, sikeresen semmisítettek meg vele egy célűreszközt<sup>51</sup>, valamint a *Szaljut-3* űrállomáson elhelyezett gépágyú kipróbálása is sikeres volt.<sup>52</sup> A kísérletek során mind az Amerikai Egyesült Államok, mind a Szovjetunió alapvetően kinetikus fegyverek alkalmazását tesztelte a világűrben. A Szovjetunió 1978-ban az ISZ-rendszerrel megsemmisített egy cél-űrobjektumot, amit kifejezetten erre a célra bocsájtottak fel. Az Amerikai Egyesült Államok az ASM-135 ASAT<sup>53</sup> rakétával sikeresen elpusztította a *Solwind-P78* műholdat.<sup>54</sup> Az irányított energiájú fegyverekkel való kísérleteket a világűr vonatkozásában mindkét félnél leállították a magas költségek miatt. Anekdotikus feljegyzés

<sup>47</sup> „Veritasium”: Testing the US Military’s Worst Idea, [https://www.youtube.com/watch?v=J\\_n1FZaKzF8](https://www.youtube.com/watch?v=J_n1FZaKzF8) (A letöltés ideje: 2023. 02. 01.)

<sup>48</sup> Andreas Parsch: Directory of U.S. Military Rockets and Missiles, WS-199, <http://www.designation-systems.net/dusrm/app4/ws-199.html> (A letöltés ideje: 2022. 11. 12.)

<sup>49</sup> Geostationary Earth Orbit – GEO, geostacionárius Föld körüli pálya.

<sup>50</sup> Истребитель Спутников – ISZ/ИС, műholdvadász.

<sup>51</sup> Forrás: <http://www.russianspaceweb.com/is.html> (A letöltés ideje: 2022. 12. 18.)

<sup>52</sup> Кирилл Рябов: Загадки космической пушки. Артиллерийская установка «Щит-1», [https://topwar.ru/163699-zagadki-kosmicheskoy-pushki-artillerijskaja-ustanovka-schit-1.html?fbclid=IwAR1MMQdCeS07OJGrM0z9S7Lg8BE0VFM8\\_HGA4IAlozYrG4AmqRzCbT4c1Hk](https://topwar.ru/163699-zagadki-kosmicheskoy-pushki-artillerijskaja-ustanovka-schit-1.html?fbclid=IwAR1MMQdCeS07OJGrM0z9S7Lg8BE0VFM8_HGA4IAlozYrG4AmqRzCbT4c1Hk) (A letöltés ideje: 2019. 11. 05.)

<sup>53</sup> Anti-Satellite – ASAT, műholdelhárító.

<sup>54</sup> Gregory Karambelas: The F-15 ASAT story, <http://www.svengrahn.pp.se/histind/ASAT/F15ASAT.html> (A letöltés ideje: 2022. 11. 12.)



van a *Challenger* űrsiklót ért irányított energiájú támadásról, ami a Terra-3 incidens néven került be a köztudatba, viszont erről konkrét bizonyítékok a mai napig nem állnak rendelkezésre.<sup>55</sup>

2007. január 11-én Kína egy műhold elleni fegyverkísérlet során<sup>56</sup> egy használaton kívüli poláris pályán keringő saját műholdját semmisítette meg.<sup>57</sup> A keletkezett törmelék következtében a Nemzetközi Űrállomás (ISS) pályáján módosításokat kellett eszközölni az űrhajósok biztonsága érdekében. Az Amerikai Egyesült Államok műholdmegsemmisítő képességei 2008. február 21-én kerültek reflektorfénybe, amikor is az USA-193 meghibásodott felderítőműholdat a biztonság (elsődlegesen a környezeti biztonság) érdekében az Operation Burnt Frost<sup>58</sup> művelet keretében az USS Eire Lake AEGIS cirkálóról indított módosított Standard SM-3 légvédelmi rakétával semmisítették meg. A tervezés során az amerikaiak törekedtek a lehető legkisebb járulékos kár okozására, illetve arra, hogy a törmelékek a lehető leggyorsabban elégjenek a Föld légkörében. A 2019. március 28-ai indiai ASAT-kísérlet komoly nemzetközi visszhangot kapott, és újra felhívta a figyelmet a műhold-elhárító fegyverekre, valamint az űrfegyverkezés veszélyeire.

Az Amerikai Egyesült Államok részéről az X-37B-vel végrehajtott repülések, azok titkos minősítése, a pályamanőverek és a világűrben töltött hosszú idő találgatásokra adnak okot. A hivatalos amerikai állásfoglalás szerint ez egy kísérleti űreszköz, amely különböző irányító- és érzékelőrendszerek tesztjét hivatott elvégezni. Az X-37B többször felhasználható eszköz gyakorlatilag egy nyitható raktérrel rendelkező drón, melynek további érdekessége, hogy nem a NASA lajstromában van nyilvántartva, hanem az Egyesült Államok légierijénél.<sup>59</sup>

Jellemzően az űreszközök ellen inkább a kibertérben hajtanak végre műveleteket, mivel ezekkel a módszerekkel korlátozható a járulékos veszteség, az adás és vételi (uplink-downlink) kommunikáció zavarása során pedig kikapcsolhatók a műholdak által nyújtott szolgáltatások. A legveszélyesebb cselekvési változat szerint a kiberműveletek keretében át lehet venni az űreszköz feletti irányítást, így az meghatározott parancsokkal, „kamikaze” jelleggel kinetikus fegyverként alkalmazhatóvá válik.

<sup>55</sup> Terra-3, <http://www.astronautix.com/t/terra-3.html> (A letöltés ideje: 2022. 11. 12.)

<sup>56</sup> Shirley Kan: China's Anti-Satellite Weapon Test CRS Report for Congress, April 23, 2007.

<sup>57</sup> Craig Covault: Chinese Test Anti-Satellite Weapon. Aviation Week & Space Technology, [https://web.archive.org/web/20070128075259/http://www.aviationweek.com/aw/generic/story\\_channel.jsp?channel=space&id=news%2FCHI01177.xml](https://web.archive.org/web/20070128075259/http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=space&id=news%2FCHI01177.xml) (A letöltés ideje: 2022. 11. 12.)

<sup>58</sup> Compiled by P. J. Blount: USA-193: Selected Documents, The National Center for Remote Sensing, Air, and Space Law at the University of Mississippi School of Law University of Mississippi, 2009.

<sup>59</sup> Secretary of the Air Force Public Affairs X-37B breaks record, lands after 780 days in orbit, <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/1999734/x-37b-breaks-record-lands-after-780-days-in-orbit/fbclid/IwAR3baEuQTDUzv6mLGg0luthyIWrVt-lFfxN0qHX97DNKpTH4m5biaoCLa2U/#.XbWOittR63U.facebook> (A letöltés ideje: 2019. 11. 06.)

## Fegyverzet-ellenőrzés a világűrben

A világűr militarizálásának kérdései szorosan összefüggenek más fegyverzet-ellenőrzési és azokhoz kapcsolódó exportkontroll-szerződésekkel, egyezményekkel. Ezek az alábbiak:

- szerződés az államok tevékenységét szabályozó elvekről a világűr kutatása és felhasználása terén, beleértve a Holdat és más égitesteket (Outer Space Treaty, Világűrszerződés);<sup>60</sup>
- 1973. évi 3. törvényerejű rendelet az űrobjektumok által okozott károkért való nemzetközi felelősségről szóló, az Egyesült Nemzetek Szervezete Közgyűlésének XXVI. ülészakán 1971. november 29-én elfogadott egyezmény kihirdetéséről; (a továbbiakban: Kárfelelősségi egyezmény)<sup>61</sup>
- 1978. évi 7. törvényerejű rendelet a világűrbe felbocsátott objektumok nyilvántartásba vételéről szóló, az ENSZ Közgyűlésének az 1974. évi november hó 12. napján kelt 3235/XXIX. számú határozatával elfogadott egyezmény kihirdetéséről<sup>62</sup>
- rakétatechnológiai ellenőrzési rendszer (MTCR);<sup>63</sup>
- részleges (teljes) atomcsendegyezmény (P(C)TBT);<sup>64</sup>
- ballisztikus rakétákat elhárító rakétákat korlátozó Egyezmény (ABMT);
- különböző exportfelügyeleti rezsimek (pl. Wassenaari Megállapodás).<sup>65</sup>

Az űrbéli fegyverkezési verseny megakadályozásának kérdése az interkontinentális ballisztikus rakéták megjelenésével merült fel, és ezen belül a nukleáris fegyverek tekintetében az első korlátozást a Világűrszerződés jelentette 1967-ben. A Világűrszerződés az első lépés a világűr militarizálásának korlátozására: megtiltja az űrben a nukleáris fegyverek telepítését, illetve a nukleáris fegyverekkel végzett kísérleteket. Felépítése a következő: a szerződés cikkelyei szabályozzák a világűrben folytatható tevékenységeket, különös tekintettel a nukleáris fegyverek telepítésére és az égitestek, legfőképpen a Hold demilitarizálására. Megtiltják az égitestek bármely állam által történő kisajátítását, valamint az űrben folyó tevékenységekért viselt felelőségeket is meghatározzák. A szerződés továbbá explicit módon tiltja fegyverek égitesteken való elhelyezését, a velük végzett kísérleteket az égitesteken, illetve katonai támaszpontok, erődítmények létesítését. Felhívja az államokat, hogy

<sup>60</sup> Világűrjog. (szerk. Bartóki-Gönczy Balázs, Sulyok Gábor) Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022. 293–302.

<sup>61</sup> Uo. Kárfelelősségi Egyezmény, 303–310.

<sup>62</sup> Uo. Lajstromozási Egyezmény, 311–315.

<sup>63</sup> Egy békésebb világ eszközei. Fegyverzetellenőrzés, leszerelés és non-prolifерáció. (szerk. N. Rózsa Erzsébet, Péczeli Anna) Osiris Kiadó – Magyar Külügyi Intézet, Budapest, 2013. 8. fejezet.

<sup>64</sup> Uo. 4. fejezet II.

<sup>65</sup> Uo. 7. fejezet 1.



alapvetően békés célú tevékenységet folytassanak a világűrben, miközben az együttműködésre irányítja a figyelmüket mind a kutatások, mind a segítségnyújtás céljából.

Érdekesség, hogy a Világűrszerződést később csak a Hold-megállapodással<sup>66</sup> egészítették ki, hatályba lépése óta jelentősen nem változtattak rajta. A részes államok az egyezmény értelmében lemondtak a nukleáris fegyverrendszerek telepítéséről a világűrben, nem mondtak le viszont az űreszközök és a ballisztikus rakéták elleni űrbéli telepítésű fegyverekről. A Világűrszerződés nem szabályozza a világűr katonai célú alkalmazását, és nem tiltja az űreszközökkel szembeni tevékenységet. Jelenlegi ismereteink alapján a világűrben mindeddig még nem került sor katonai tevékenység végrehajtására. Ennek fő okai a költségek nagysága és a járulékos veszteségre vonatkozó előrejelzések, amit a Kessler-szindróma leírása is megerősít (miszerint a világűrben az űrszemét GEO-n keringő darabjainak összeütközéséből egyre nagyobb valószínűséggel keletkeznek további szemétdarabok.) Jelenleg a katonai tevékenység a különböző támogató űreszközök alkalmazására korlátozódik, bár az űreszközök elleni tevékenység kutatását és az ezzel kapcsolatos tesztek nem állították le. Ma a legtöbb űreszközt a kereskedelmi cégek bocsátják fel, amelyekre a Világűrszerződés nem terjed ki, hiszen az kizárólag a részes államokat kötelezi és a korabeli viszonyokat tükrözi. A tömegpusztító fegyverek és a célba juttatási eszközeik elterjedését korlátozni kívánó egyezmények, valamint más kapcsolódó megállapodások áttételesen érintik az űrtevékenységet is. Az MTCR például kimondja, hogy minden államnak joga van űrprogramhoz kapcsolódó rakétákat fejleszteni és használni.<sup>67</sup>

## A fegyverkezési verseny megakadályozása

Az űrtevékenységek fokozódásával, illetve a nagyhatalmak űrbéli kísérletei következtében a hidegháború végén az ENSZ Leszerelési Kutatóintézete (UNIDIR) a leszerelési értekezlettel (CD) közösen kidolgozott egy csomagot, mely javaslatokat fogalmaz meg a világűrbéli fegyverkezési verseny megakadályozására (PAROS).<sup>68</sup>

A dokumentum első része a világűrben folytatott katonai tevékenységet vizsgálja. A nukleáris fegyverkezési verseny és a világűr militarizálása az 1950-es évek végétől folyamatosan a szovjet-amerikai bilaterális tárgya-

<sup>66</sup> Bartóki-Gönczy Balázs-Sulyok Gábor (szerk): i. m. 316–323.

<sup>67</sup> Jozef Goldblat: Arms Control: The new guide to negotiations and agreements. Fully revised and updated second edition with new CD-ROM documentation supplement, International Peace Research Institute, Oslo & Stockholm International Peace Research Institute, Stockholm. 122.

<sup>68</sup> Uo. 171–172.



lások részét képezte. Az ENSZ Közgyűlésének Leszerelési Bizottsága kétféle verziót javasolt a szemben álló feleknek:

- Általános és teljes leszerelés (GCD);
- Részleges leszerelési intézkedések (PDM).

A GCD alapján tilos a tömegpusztító fegyverekkel végzett kísérlet a szárazföldön, a tengeren és a légkörben, a világűr is ideértve, továbbá a bizottság biztosítékokat kért a világűr kizárólag a tudomány érdekében történő, békés célú felhasználására. Egy javaslat szerint a leszerelés érdekében földi, tengeri és légi ellenőrzéseket kell végrehajtani. A PDM érvényesítésére tett javaslatok az interkontinentális ballisztikus rakéták és az űreszközök alapvetően nem katonai célú alkalmazását célozták. A GCD és PDM közös célja az volt, hogy eloszlassa a félelmeket azzal kapcsolatban, hogy a szemben álló felek hirtelen tömeges támadást hajtanak végre. Alapvetően a PDM rendszabályai kaptak nagyobb támogatottságot az ENSZ Közgyűlésén, bár 1957-ben egy tanulmány a világűr békés felhasználásával kapcsolatban teljes verifikációs rendszert javasolt. 1958-ban egy ad hoc bizottság jött létre, mely felügyeli a világűr békés alkalmazását (COPUOS). A katonai űrtechnológia fejlődése következtében az államok újra a GCD-rendszabályok alapján képzelik el a világűrben telepített, főleg nukleáris fegyverek elleni fellépést.

A legfőbb probléma a világűr militarizálásával kapcsolatosan a nemzetközi jog „bizonytalansága”, hogy mi számít legitim célpontnak és meddig terjed el az önvédelem. A katonai konfliktus során a járulékos veszteségek rendkívül magasak lehetnek. A nemzetközi jog értelmében az államokat megilleti az önvédelem, és a francia bejelentés is ezt erősíti. Az Amerikai Egyesült Államok szerint is jogukban áll az államoknak az önvédelem, de fenn kell tartani a preventív rendszabályok bevezetésének képességét.<sup>69</sup>

## Fegyverzet-ellenőrzési megközelítések

A fegyverzet-ellenőrzési megközelítéseknek a világűr vonatkozásában átfogóknak kell lenniük, hiszen a rendelkezésre álló technológia, illetve az esetleges tagadhatóság rendkívüli módon megnehezítheti a verifikációt. Az UNIDIR egyik kiadványa összefoglalja a verifikáció szükségességét és az azzal kapcsolatos nehézségeket. Az államok a jelenlegi gyakorlat szerint nem teljes mértékben jelentik be a felbocsájtott űreszközök rendeltetését.<sup>70</sup> Át kell alakítani a bejelentések rendjét annak érdekében, hogy az űreszköz rendeltetése

<sup>69</sup> Jozef Goldblat: i. m. 170.

<sup>70</sup> Daniel Porras: Eyes on the Sky – Rethinking Verification in Space. UNIDIR, October 2019 – Space Dossier 4, 2019.



azonosítható legyen, illetve a világűrben végrehajtott manőverekről információt szolgáltatassanak a tagállamok. A bejelentésnek tartalmaznia kell a nemzetközi azonosítót, a tervezett, esetleg bekövetkezett manőverek idejét, az új pályaelemek leírását, valamint egy részletes jelentést az adott műveletről. Az átláthatóság és a bizalomerősítő intézkedések jelentősen csökkenthetik a félreértéseket, valamint a Kárfelelősségi egyezményben foglalt kötelezettségeknek is könnyebben lehet érvényt szerezni. Az egyezményt eddig csak egyszer aktiválták űrtevékenység következtében bekövetkezett károkozás miatt,<sup>71</sup> amikor 1978-ban a *Koszmosz-954* lezuhant Kanada területén, fedélzetén nukleáris fűtőelemekkel.<sup>72</sup> A Szovjetunió a Kárfelelősségi egyezmény értelmében kifizette Kanada részére a megállapított kárösszeget.

Ezzel kapcsolatban meg kell említeni az ENSZ Leszerelésügyi Hivatala (UNODA) és Világűr Hivatala (UNOOSA) által 2021 májusában szervezett, a multilaterális dialógus javítását szolgáló webináriumot is.<sup>73</sup> A webinárium első részében a felszólalók ismertették az űrrendszerek sérülékenységének eseteit, kitértek a kinetikus műholdelhárító fegyverek problematikájára, valamint az űreszközök kettős hasznosíthatóságára. A szakértők egyetértettek a szükséges információk megosztásának fontosságában, felhívták a figyelmet arra, hogy a világűrben a kinetikus fegyverek alkalmazása során jelentős járulékos veszteség keletkezhet. Az űrfegyverkezés a nemzeti presztízs egyik eleme, és elrettentési célokat szolgál. A jogi szabályozás szerint az űrfegyverek alkalmazása a „szürke zónához” tartozik, mert igaz ugyan, hogy tilos a tömegpusztító fegyverek alkalmazása és telepítése, viszont más hatások elérésére alkalmas eszközök alkalmazása nem tiltott. Az űreszközök elleni tevékenység esetén kulcsfontosságú az állami felelősség kérdése. Fegyverzet-ellenőrzési szempontból elsősorban az információcsere jelentősége kiemelkedő. Az operatív fegyverzet-ellenőrzési megközelítés lehetősége megvalósítható, ehhez azonban az államok részéről nyíltság szükséges. Egy jövőbeni fegyverzet-ellenőrzési mechanizmus kidolgozásához jó alapot adhat az ENSZ Közgyűlés 75/36. számú határozata.

<sup>71</sup> Settlement of Claim between Canada and the Union of Soviet Socialist Republics for Damage Caused by “Cosmos 954” (Released on April 2, 1981), [http://www.jaxa.jp/library/space\\_law/chapter\\_3/3-2-2-1\\_e.html](http://www.jaxa.jp/library/space_law/chapter_3/3-2-2-1_e.html) (A letöltés ideje: 2022. 11. 12.)

<sup>72</sup> Note verbale dated 19 December 1978 from the Permanent Mission of Canada to the United Nations Description and location of recovered pieces, [https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105\\_236E.pdf](https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_236E.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 11. 12.)

<sup>73</sup> Várdai Mihail Istvanovics őrnagy: Jelentés a “Facilitating Multilateral Dialogue on the Development of Norms, Rules and Principles of Responsible Behaviour in Outer Space” webináriumról. Ny.t.szám: 1146-9/2021 MHP HDMCSF (HVK HDMCSF FEF archívum).

## Befejezés

A világűr mint régi-új hadszíntéri környezet az űrkorszakkal együtt jelent meg. Az űrben telepített eszközök által nyújtott szolgáltatások és lehetőségek minden téren jelentős hatással vannak a mindennapokra, kezdve a szórakoztatástól a navigáción át egészen a pénzügyi tevékenységekig, továbbá az űrben végzett kutatótevékenység technológiai transzferéig. Az űreszközök elleni fegyverek tesztjei nagymértékben befolyásolhatják a földfelszíni életet, mert az űreszközök esetleges sérülésével olyan nem kívánt hatások is keletkezhetnek, amelyek a konfliktusban nem érintett felekre nézve is súlyosak lehetnek. Ki kell emelni, hogy a világűr katonai felhasználása gyakorlatilag folyamatos, a fegyverkezés elkerülhetetlen jelenség. A nemzetközi közösség jelentős része aggodalommal tekint a világűr felfegyverzésére, és elkötelezett amellett, hogy az ENSZ égisze alatt a leszerelési, fegyverzet-ellenőrzési és bizalomépítési rendszabályok az emberiség javát szolgálják. Ehhez a vonulathoz más nemzetközi szervezetek szintén csatlakoztak, elsősorban az Európai Unió mint normatív szereplő.

Biztonságpolitikai szempontból a világűr egyre hangsúlyosabb szerepet kap, ennek egyik legfontosabb bizonyítéka, hogy több állam és nemzetközi szervezet is hadszíntérként definiálja. A világűr hasznosítása békés célokra az emberiség javát szolgálja, a nemzetközi együttműködés célja az emberiség fejlődése.<sup>74</sup> Ahogy a nagy orosz tudós, Konsztantyin Eduardovics Ciolkovszkij mondta: „*A Föld az emberiség bölcsője, de nem maradhatunk örök-ké bölcsőben.*”<sup>75</sup>

<sup>74</sup> Neil deGrasse Tyson: *Space Chronicles: Facing the Ultimate Frontier*. W.W. Norton, 2012. 10-25.

<sup>75</sup> Константин Эдуардович Циолковский. Исследование мировых пространств реактивными приборами // Вестник воздухоплавания. 1912, № 3. 16.

# Az űrműveletek katonai jelentősége és a NATO

*Horváth Attila<sup>1</sup>–Kövesi Csaba<sup>2</sup>*

A világűr katonai műveletek és másféle, az állampolgárok, államok, szövetségi rendszerek békéjét, biztonságát szavatoló űrműveletek színtere. Ez így van, volt szinte a legelső űreszközök megjelenésétől számítva, hiszen a nemzetközi jog szabályai és a technológiai lehetőségek együttese olyan különleges tevékenységekre adnak lehetőséget, amelyek földfelszíni vagy légköri (a továbbiakban együttesen felszíni) rendszerekkel nem helyettesíthetőek.

A világűr (értelemszerűen) körbeveszi a teljes földgolyót, amelyen élünk, illetve minden emberi tevékenységünket végrehajtjuk, beleértve a fegyveres küzdelmet és más tevékenységeket, amelyek az állampolgárok, társadalmak békéjét és biztonságát szolgálják. Kézenfekvő lenne tehát a világűrűt egy szigetet körülvevő tengerhez hasonlítani, azonban ez az analógia a legmesszebbmenőig téves. Figyelembe kell ugyanis vennünk azt, hogy a teljes emberi civilizáció ezen a bolygón, a „szigeten” létezik, így a konfliktusaink, katasztrófáink is itt történnek. Nem szükséges tehát kihajózni a nyílt vízre – de lehetséges.

Analógiaként helyesebb ezért azt a képet felvázolnunk, amikor két, tengerparttal rendelkező, egymással határos ország kerül konfliktusba, és a part menti vízterületet támogató műveletekhez vagy legfeljebb átkaroláshoz, megkerüléshez veszik igénybe. Így láthatjuk, hogy a világűr, amely ennek a part menti zónának feleltethető meg, szerepet kap a konfliktusban, de nem önmagában meghatározó tényező.<sup>3</sup>

Ugyanezért nem mondhatjuk azt sem, hogy a világűr a legfontosabb uralgó magassági pont lenne, amelynek birtoklása önmagában döntő hatású egy konfliktusban. Az űrképességek, vagyis a világűr, az űreszközök és a kapcsolódó földi rendszer elemek szinergikus hálózataként kialakuló szolgáltatási rendszerek erősokszorozó hatásúak; új képességeket biztosítanak és hatékonyabbá teszik a meglévő hagyományos katonai képességek alkalmazását, de önmagukban nem döntenek el a konfliktust – különösen azért, mert maguk is támadhatóak.

Kétségtelen azonban, hogy az űrképességek megfelelő kihasználásával, alkalmazásával egy katonai erő döntő fölénybe kerülhet a szemben álló féllel

<sup>1</sup> Horváth Attila alezredes, doktorandusz, MH Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokság. E-mail: horvath.attila@mil.hu.

<sup>2</sup> Kövesi Csaba százados, MH Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokság. E-mail: kovesi.csaba@mil.hu.

<sup>3</sup> E. Bleddyn Bowen: War in Space – Strategy, Spacepower, Geopolitics. Edinburgh University Press, 2020. 5.

szemben, ez azonban nem önmagában az űrképességek eredménye, hanem a különféle összhaderőnemi képesség-összetevők megfelelő szinergiájából, integrált alkalmazásából ered. Űrképességek nélkül a legkorszerűbbnek tűnő haderő is visszazuhan a múlt háborúinak képességszínvonalára, és miközben ezeket a háborúkat tagadhatatlanul megvívták és megnyerték/elvesztették űrképességek nélkül, ma már aszimmetrikus hátránynak tekinthető ezek hiánya.

Példaként tekinthetjük az orosz-ukrán háborúban alkalmazott űrképességeket. Oroszország organikus űrképességei a 2014 és 2022 után bevezetett szankciók hatására meggyengültek.<sup>4</sup> A rendelkezésükre álló felderítő- és navigációs (precíziós fegyveralkalmazási) képességek elmaradnak a kor színvonalától mind minőség, mind mennyiség tekintetében.<sup>5</sup> Ezzel szemben Ukrajna nem rendelkezik nemzeti űreszközökkel, azonban jelentős nemzetközi támogatást tudhat maga mögött mind államközi, mind kereskedelmi forrásokból, különösen a felderítés<sup>6</sup> és a távközlés terén (ami nem csak a SpaceX Starlink-re terjed ki). Ez a kereskedelmi együttműködés azonban a jog és a diplomácia területén is új problémákat hozott a felszínre, amikor Oroszország kategorikusan katonai célpontoknak nyilvánította az Ukrajnát támogató kereskedelmi szolgáltatókat.<sup>7</sup>

Ezzel egyidejűleg, sem a győzelem, sem a vereség nem egy tényezőtől függ, így az űrképességek vagy azok egy részének elvesztése nem döntő hatású abban az esetben, ha a haderő erre az eseményre is felkészült. Az űrképességek elvesztése nem teszi lehetetlenné (habár megnehezítheti) a katonai műveletek végrehajtását, és a meglétük sem garantálja automatikusan a győzelmet.

Emiatt a katonai űrműveleteket az összhaderőnemi műveletek kontextusában kell értelmeznünk, amelyek részét képezik az állam védelmi és biztonsági funkcióinak. Az űrműveleteket a katonai erő haderőnemeinek és fegyverneveinek támogatása érdekében kell alkalmazni a saját képességek fokozása vagy (ritkábban) a szemben álló fél képességeinek lerontása érdekében. Emiatt a katonai űrműveleteknek, űrképességeknek az összhaderőnemi műveletek szempontjából releváns tartalommal kell bírniuk. Az űrképesség-portfólió ösz-

<sup>4</sup> M.Krutov – S. Dobrynin: Russia's War On Ukraine, Effective Satellites Are Few And Far Between, <https://www.rferl.org/a/russia-satellites-ukraine-war-gps/31797618.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 18.)

<sup>5</sup> D. T. Burbach: Early lessons from the Russia-Ukraine war as a space conflict, <https://www.atlanticcouncil.org/content-series/airpower-after-ukraine/early-lessons-from-the-russia-ukraine-war-as-a-space-conflict/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 18.)

<sup>6</sup> S. Erwin: As Russia prepared to invade, U.S. opened commercial imagery pipeline to Ukraine, <https://spacenews.com/as-russia-prepared-to-invade-u-s-government-and-satellite-imagery-suppliers-teamed-up-to-help-ukraine/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 18.)

<sup>7</sup> Russia Threatens a Retaliatory Strike Against Civilian Space Infrastructure, <https://finabel.org/russia-threatens-a-retaliatory-strike-against-civilian-space-infrastructure/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 18.)



szeállításakor figyelemmel kell lennünk az összhaderőnemi haderő képesség-igényeire, illetve arra, hogy a képességek kialakítása egyenszilárdságú legyen, vagyis a támogatni kívánt erő legyen képes ezekkel élni, alkalmazni és ténylegesen előnyére fordítani. A pusztai technikai megvalósíthatóság még nem biztosítja azt, hogy a befektetésnek valós képességhezadéka lesz a fegyveres erők számára.

A világűr általában egy távoli, idegen környezetnek tekintjük, de ez csak korlátozottan igaz. A fizikai távolság leküzdésére megvannak az eszközök, vagyis az emberiség képes hatást gyakorolni. Hozzá kell tenni ehhez azt is, hogy az űrképességek elemeinek egy része magán a földfelszínen található, vagyis ugyanúgy elérhetőek, megtámadhatóak, mint bármely más kritikus infrastruktúraelem. Ezért folyamatosan számítanunk kell arra, hogy a saját űrképességeket földi eredetű károsító hatások érik – de egyidejűleg arra is fel kell készülni, hogy a szemben álló fél számunkra hátrányt jelentő űrképességeit földi támadóeszközökkel is el tudjuk érni. Ez ismételtlen abból ered, hogy a világűr hasznosítása, jelen formájában, elválaszthatatlan a földi tevékenységeinktől.

A világűr hatalmassága ellenére az emberi tevékenységek érdekében releváns része viszonylag korlátozott kiterjedésű. A Föld körüli térrészben, a földfelszíntől legfeljebb néhány tízezer kilométer távolságban üzemelnek azok az űreszközök, amelyekkel a katonai erő szempontjából foglalkoznunk kell.

Emiatt a világűr már ma is túlszűfolt, és a versengés maga is többdimenziós: nemcsak az egymással szemben álló felek küzdenek űrképességeik elhelyezéséért, hanem minden más kereskedelmi és állami űrtevékenység is ide van beszorítva, miközben a hátrahagyott, üzemen kívül került űreszközök maradványai és törmelékei is itt találhatóak.

A technológiailag fejlett, a világűrre kritikus infrastruktúrák elhelyezésére alkalmas térként tekintő nemzetek és nem állami szereplők ezért igyekeznek ezt fenntarthatóan hasznosítani és kiaknázzható állapotban megőrizni. Azok a szereplők viszont, amelyek nem szorulnak rá a világűrre, motiváltak lehetnek az űrkörnyezet rombolására, hiszen nincs emiatt vesztenivalójuk. Érdemes emiatt új utakat keresni a világűr hasznosításában, amelyekkel elkerülhetőek a jelenlegi röppályatartományok túltelítődése miatti jövőbeli képességvesztések.

A katonai űrműveletek a haderőnemeknek, állami védelmi és biztonsági képességeknek nyújtott közvetlen támogatáson túl a teljes műveleti környezetet formáló hatással is bírnak. Maga az a tény, hogy egy haderő űrképességekkel rendelkezik, igen magas helyre pozicionálja a szövetségesi kapcsolatokban, és a potenciális ellenfelekkel szemben is komoly előnyt jelent. Ennek oka az, hogy az űrképességek alkalmazásának elvi lehetősége kiterjeszti a haderő és a nemzetközi érdekérvényesítésben szerepet játszó más állami szervezetek potenciális képességeit, ami javítja az adott ország együttműködési lehetőségeit, de elrettentő hatású is lehet. A világűrbeli alkalmazás során

az idő, a távolság jelentősége megváltozik (hasonlóan a kiberműveletekhez), és a felszíni erőkre jellemző korlátokat „felülről megkerülve” jelentős nem kinetikus, például információs műveleti hatások fejthetők ki. Gondoljunk csak arra (megelőlegezve a későbbi részletesebb tárgyalást), hogy egy távérzékelő műholddal a potenciális szemben álló felek, műveleti területek a rendszer jellemzőitől függő gyakorisággal megfigyelhetőek. Még ha nem is történik (a művelettervezés során alkalmazott prioritizálás okán) tényleges megfigyelés, annak elvi lehetőségéről a szemben álló fél tud, és kénytelen úgy tervezni a saját tevékenységét, hogy ezt figyelembe vegye.

Az űrképességek továbbá azért nagy jelentőségűek a haderők, védelmi és biztonsági célú állami szervek számára, mert igen rugalmasan alkalmazhatók (bizonyos objektív technikai korlátok mellett) a meghatározott célok elérése érdekében. Az űrképességekre infrastruktúráként kell gondolnunk. Az űrrendszerek jelenleg még nem állnak azon a technológiai színvonalon és költség-szinten, hogy egy adott katonai tevékenység érdekében célzottan létesíthetőek legyenek. Ennek oka a gyártás, a pályára állítás időigényessége és a viszonylag magas költségek. Amennyiben azonban a politikai ambíciószintnek megfelelően előre tervezve az űrképességeket felépítjük és fenntartjuk, azok a támogatott erők rendelkezésére fognak állni, és az űrműveletek tervezői a műveleti igényeknek megfelelően prioritizálva biztosítani tudják az űrrendszerek kapacitásainak felhasználását, részben vagy teljes egészében.

Az űrképességek tehát komoly képességnövelő, erősokszorozó tényezők, de egyben jelentős, nagy értékű célpontok is. Űrképességek, űrszolgáltatások nélkül bizonyos tekintetben a legkorszerűbb haderő sem tudja érvényesíteni technológiai színvonalát. Emiatt az űrrendszerekkel kapcsolatban folyamatos verseny és küzdelem zajlik, ami az esetek legnagyobb részében (mind ez idáig kizárólagosan) a világűr fizikai terében nem kinetikus (például kiberműveleti vagy elektronikai műveleti) jellegű, a felszínen azonban nem zárható ki a kinetikus csapásmérés sem. Mivel a tényleges műveleti alkalmazhatóságukon túl az űrképességek, űrrendszerek a nemzeti presztízs fontos kifejezői is, a fentebb leírt információs műveleti hatás fordítottnan is érvényesül. Ha egy űrrendszert a szemben álló fél sikeresen kiiktat, az hatalmas műveleti siker a számára. Emiatt az űrképességek védelmét kiemelten biztosítani kell, amire két lehetőség is van:

- a rendszerek ellenálló képességének fokozása,
- elrettentési képesség létrehozása.

A reziliencia felkészíti az űrképességet arra, hogy kedvezőtlen, ellenséges műveleti környezetben is képes maradjon feladatai végrehajtására. Ennek eszközei:<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Joint Publication 3-14 Space Operations. 10 April 2018. Incorporating, Change 1, 26 October 2020, Joint Chiefs of Staff, 2020, [https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp3\\_14Ch1.pdf](https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp3_14Ch1.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 08. 02.)



- *Széttelepítés:* a különböző úrszolgáltatások úrrendszereit külön telepítik, csökkentve így az egy csapással megsemmisíthető vagy egy behatás következtében meghibásodható szolgáltatások számát.
- *Elosztott rendszerek építése:* az egyes úrszolgáltatások földi és úrrendszereit is több, egymást kiegészítő, önállóan is szolgáltatásnyújtásra képes módon építik ki (ez például a többszörözött és tartalékolt földi állományok, valamint a hasonló képességű úreszközök párhuzamos, egymást átfedő életciklussal való üzemeltetése formájában jelenik meg).
- *Diverzifikáció:* az úrszolgáltatásokkal támogatott műveletek részére bizonyos szolgáltatások nem csak katonai úrrendszerekkel nyújthatók. Számos szolgáltatás – az adott művelet követelményeitől függően – kereskedelmi vagy szövetséges forrásból is biztosítható, így tehermentesíthetők és védhetők a katonai úrrendszerek az olyan műveletek érdekében, ahol ez a „kiszervezés” nem elfogadható. A katonai erőforrások ilyen módon való védelme mindennapos eljárás például a felderítőműholdak esetében, ahol a szigorúan titkosan kezelt katonai felderítési adatok alapján beszerzett polgári eredetű, kisebb információtartalmú, de nyílt felvételeket osztják meg az azonos műveletben részt vevő szövetségesekkel.
- *Erődítés és védett kialakítás:* mind a földi, mind az úrrendszereknél törekedni kell arra – akár az infrastruktúra-igény növekedése és a hasznos teher csökkenése árán is –, hogy a rendszerek védettek legyenek a természetes és emberi eredetű káros hatások ellen. A földi rendszerek esetében ez a fizikai és elektromágneses védettség fokozását jelenti. Az úrrendszerek esetében pedig a zavarásoknak való ellenálló képességet, a forrás felderítésének képességét, az elektromágneses védettséget és a polgári műholdtervezésben megszokotthoz képest nagyobb tömegű manőver-hajtóanyag készletezését, valamint nagyobb gyorsító-képességű hajtóművek és tartalék energiaforrások felszerelését jelenti.
- *Számosság növelése:* nagyobb számú úr- és földi rendszerrel megnehezíti a támadó dolgát, mert több célpontot kell megsemmisítenie. A számosság növeléséhez soroljuk a szolgáltatások változatosságát is, amely megnehezíti a támadó feladatát akkor, ha nem magát az úrrendszert akarja kiiktatni, hanem csak egyes szolgáltatásokat.
- *Megtévesztés:* az úrszolgáltatások olyan módon való üzemeltetése, amely békeállapotban elrejtja a teljes képességet, a tényleges fizikai korlátokig való kihasználás helyett adminisztratíván korlátozott, gyengébbnek tűnő képesség felmutatásával. Konfliktus esetén azonban ezt a korlátot eltörlik, így az ellenség meglephető. Ennek módszere a valós fizikai képességek minősített adatként való kezelése és szűkített békeidőszaki üzemmódok (kisebb sáv szélesség, lerontott felbontóképesség) alkalmazása.



Az űrképességek védelmének másik eszközrendszere az elrettentés. Olyan aktív, hiteles és politikai támogatással rendelkező felderítő-, csapásmérő (kinetikus, elektromágneses és kiber) képességek kialakítása, fenntartása és bemutatása, amelyek meggyőzik a potenciális támadót arról, hogy az űrképesség megtámadása eleve kudarcra van ítélve, vagy a számára elérhetőnek vélt előnyök elmaradnak attól a kártól, amelyet elszenvedne. Az elrettentést támogatják az előzőekben leírt védelmi mechanizmusok is, amelyek arra kényszerítik a potenciális támadót, hogy nehezebben kivitelezhető, erőforrás-igényesebb, ezáltal könnyebben felfedhető támadó műveleteket kelljen terveznie, amelyek akár meg is haladhatják a képességeit.



A NATO SATCOM műholdprojektje (© NATO)

## A NATO átfogó űrpolitikája

A NATO 2019-ben nyilvánította műveleti térré a világűrét (ez lett az ötödik műveleti tér a szárazföld, a légtér, a tenger és a kibertér után).<sup>9</sup> Tette ezt úgy, hogy közben a Szövetség maga nem rendelkezik űreszközökkel, egyes

<sup>9</sup> NATO's overarching Space Policy, 2022. január 17., [https://www.nato.int/cps/en/natohq/official\\_texts\\_190862.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_190862.htm) (A letöltés ideje 2022. 08. 02.)



tagállamok viszont igen. Mégis fontos a világűr a NATO tevékenységei, műveletei szempontjából, hiszen a szövetséges államok és kereskedelmi szolgáltatók által biztosított űrszolgáltatások alapvető jelentőségűek a katonai műveletek támogatása során, és ez a kitettség folyamatosan növekedni fog.<sup>10</sup>

A NATO átfogó űrpolitikája (NATO's overarching Space Policy) bemutatja a NATO értelmezésében a világűr fontosságát és a napjainkban meglévő és növekvő jelentőségét a Szövetség számára. Az űrpolitika kinyilvánítja, hogy a világűr egy kihívásokkal és veszélyekkel terhelt környezet, amelyben a szemben álló felek egyrészt képesek veszélyeztetni a saját űrképességeiket, másrészt saját űrképességeikkel a teljes műveleti környezetben képesek műveleteket végrehajtani. Az űrpolitika ezért alapelveként kezeli, hogy a világűr létfontosságú a Szövetség elrettentési és védelmi tevékenysége szempontjából.

Az űrpolitika kifejezetten jelentős eleme a 12. bekezdés, amelyben rögzíti (a 2021-es brüsszeli csúcstalálkozó 33. bekezdésében rögzített megállapítás alapján)<sup>11</sup>, hogy előállhat a világűrrel kapcsolatosan végrehajtott támadás következtében olyan helyzet, amelyben a Washingtoni Szerződés 5. cikkelye (a közös védelem) alkalmazható.<sup>12</sup> Fontos azonban hangsúlyozni (a dokumentum is megteszi), hogy ez az alkalmazás nem automatikus. A Szövetség csak az Észak-Atlanti Tanács eseti döntése alapján cselekedhet ilyen esetben, azonban ez nem korlátozza az illető állam(ok)nak az ENSZ Alapokmánya 51. cikkében rögzített önvédelemhez való jogát.<sup>13</sup>

A NATO űrműveleti tevékenysége az űrpolitikában rögzítetten nem az űreszközök üzemeltetése, hanem az összhaderőnemi haderőnek nyújtott művelettámogató szolgáltatások rendelkezésre bocsátása körül szerveződik. Ennek során a tagállamok fenntartják teljes körű szuverenitásukat űreszközeik és űrképességeik felett, és a NATO részére történő szolgáltatásnyújtásuk önkéntes.

## A NATO űrműveleti támogatási rendszere

Közel egy évtizede zajlik már az űrműveletek integrációja a katonai tevékenységekbe, amelynek központja a két stratégiai parancsnokság által közösen

<sup>10</sup> A mai NATO. A szövetség helyzete és feladatai. (szerk. Szenes Zoltán) Zrínyi Kiadó, Budapest, 2021. 235-236.

<sup>11</sup> Brussels Summit Communiqué Issued by the Heads of State and Government participating in the meeting of the North Atlantic Council in Brussels 14 June 2021, [https://www.nato.int/cps/en/natohq/news\\_185000.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_185000.htm) (A letöltés ideje 2023. 08. 18.)

<sup>12</sup> Az Észak-atlanti Szerződés, [https://www.nato.int/cps/en/natohq/official\\_texts\\_17120.htm?selectedLocale=hu](https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_17120.htm?selectedLocale=hu) (A letöltés ideje 2023. 08. 18.)

<sup>13</sup> 1956. évi I. törvény az Egyesült Nemzetek Alapokmányának törvénybe iktatásáról.

működtetett Űrműveleti Munkacsoport<sup>14</sup> (BI-SC Space WG).<sup>15</sup> Az űrműveleti integráció előrehaladtával egyre több műveleti feladat kerül a NATO Szövetséges Műveleti Parancsnoksághoz (NATO ACO)<sup>16</sup> és alárendelt szervezeteihez, míg a Szövetséges Transzformációs Parancsnokság (NATO ACT)<sup>17</sup> a hosszú távú feladatokkal (doktrínafejlesztés, oktatás, tapasztalatfeldolgozás) foglalkozik.

Az űrműveleti támogatás szakmai központja a Szövetséges Légi Parancsnokság alárendeltségében működő NATO Űrközpont (NATO Space Centre,<sup>18</sup> a németországi Ramstein légibázison), míg a hosszú távú fejlesztési feladatok végrehajtásának központjaként felállították a NATO Űr Kiválósági Központot (NATO Space Center of Excellence,<sup>19</sup> a franciaországi Toulouse-ban, a francia haderő Űrparancsnokságával együtt települve).

A NATO Űrközpont a folyó műveletek, kiképzések és gyakorlatok részére biztosít operatív űrműveleti támogatást. Ennek keretében a világűr-helyzetismeret műveleti jelentőségű tartalmának a felhasználók részére történő szolgáltatását, a világűrben zajló szaktevékenységeknek a NATO tevékenységeire gyakorolt hatásaival kapcsolatos jelentések készítését, illetve a természetes és emberi eredetű elektromágneses zavarok elemzését végzik. A NATO Űr Kiválósági Központ, más kiválósági központokhoz hasonlóan, a hosszú távú fejlesztések központja. Kiképzések és képzések előkészítésével és leoktatásával, doktrínafejlesztéssel, hadviselés-elméleti fejlesztéssel, tudományos és iparfejlesztési tevékenységekkel foglalkozik.

A NATO rendelkezik olyan szolgáltatási rendszerekkel (például műholdas távközlési hálózattal), amelyek NATO-tulajdonban és üzemeltetésben állnak, más esetekben azonban a teljes szolgáltatási rendszer szövetséges nemzeti üzemeltetésű (például a GPS). Mivel azonban a nemzetek maguk döntenek arról, hogy milyen űrképességeket fejlesztenek és építenek, illetve ebből mit bocsátanak (és milyen feltételekkel) a NATO rendelkezésére, a NATO űrműveleti tevékenységének figyelemmel kell lennie az esetlegesen kialakuló egyenlőtlenségekre. Ez egyszerre jelenti azt, hogy akár több tagállamtól is elérhetőek bizonyos szolgáltatások (például a távközlési vagy a távérzékelő

<sup>14</sup> Tombarge, Paul A.: NATO Space Operations, December 2014, Number 026, <https://www.marshallcenter.org/en/publications/occasional-papers/nato-space-operations-0> (A letöltés ideje 2022. 07. 29.)

<sup>15</sup> NATO Bi-Strategic Command Space Working Group, Bi-SC Space WG.

<sup>16</sup> NATO Allied Command Operations, NATO ACO.

<sup>17</sup> NATO Allied Command Transformation, NATO ACT.

<sup>18</sup> NATO SPACE CENTRE, <https://shape.nato.int/about/aco-capabilities2/nato-space-centre> (A letöltés ideje: 2022. 07. 29.)

<sup>19</sup> Defence – Establishment of the NATO Space Center of Excellence in Toulouse – Communiqué issued by the Ministry for the Armed Forces (A letöltés ideje: 2021. 02. 05.); <https://www.diplomatie.gouv.fr/en/french-foreign-policy/security-disarmament-and-non-proliferation/news/article/defence-establishment-of-the-nato-space-centre-of-excellence-in-toulouse> (A letöltés ideje: 2022. 07. 29.)



műholdak), de azt is, hogy ha csak egy nemzet képes szolgáltatni, akkor a NATO-igények konfliktusba kerülhetnek a nemzeti igényekkel.

Az űrműveleti támogatás ilyen szolgáltatás-szempontú megközelítése az „úradatok, adattermékek és szolgáltatások” (DPS) összefoglaló néven jelenik meg a NATO szakterminológiájában. (Az egyszerűség kedvéért a jelen fejezetben ezeket összefoglalóan szolgáltatásoknak nevezzük.) Az űrműveleti szolgáltatások egy részére a NATO hosszú távú megállapodásokat köt a szolgáltató nemzetekkel, míg másokat az aktuális műveleti igények alapján, űrműveleti támogatás igény vagy hírigény megküldésével rendel meg.

A NATO nem rendelkezik önálló űrműveleti doktrínával, az űrműveletek doktrinális szintű szabályozása a Szövetséges Összhaderőnemi Légi és Űrműveleti Doktrína (AJP-3.3) részeként található meg.<sup>20</sup> Ezzel egyidejűleg jelent meg a NATO Űrkézikönyve<sup>21</sup>, amelynek legfrissebb változatát 2021 novemberében publikálták. Ez nem doktrína, ugyanakkor alapirodalomnak tekinthető az űrműveleti támogatás NATO-beli értelmezésével kapcsolatban. Nem mondható, hogy a doktrína és a kézikönyv ellentmondásban lenne egymással, de közös értelmezésük szükséges annak érdekében, hogy a legteljesebb átfogó képet kaphassuk a NATO megközelítéséről a világűrrel kapcsolatban.

## Az űrműveleti támogatás biztosítása

Az űrműveleti támogatás biztosítása és felhasználása minden vezetési szint alapvető feladata. A hagyományos háromszintű vezetési rendszerben a támogatás biztosítása a NATO űrműveleti gondolkodásában a hadászati és hadműveleti szint, a felhasználás pedig a hadműveleti és harcászati szint feladatai között jelenik meg hangsúlyosan. Ennek oka az, hogy harcászati szinten a NATO haderőstruktúrájában lévő katonai szervezetek nem rendelkeznek űrszolgáltatások nyújtására való képességgel, azokat csak felhasználni tudják. A hadászati szint is használ természetesen űrszolgáltatásokat, de azok olyan mértékben integrálva vannak más alapvető feladatokba (például felderítő-, infokommunikációs támogatás), hogy nem szükséges az érdemi elkülönítésük.

Az űrműveleti támogatás hadászati szintű feladatai így elsősorban arra terjednek ki, hogy létezzen az űrműveleti támogató infrastruktúra, és az rendelkezzen elegendő képességgel, kapacitással ahhoz, hogy szolgáltatni tudjon a hadműveleti és harcászati szint részére. Feladata azt biztosítani, hogy létezzenek a hosszú távú együttműködési keretmegállapodások szolgáltatásnyújtó szervezetekkel, illetve a NATO parancsnoksági és haderőstruktúrájában megfelelő számú és kiképzettségű űrműveleti szakember álljon rendelkezés-

<sup>20</sup> NATO Standard AJP 3.3 Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations EdBv1, NATO Standardization Office, 2016.

re. A műveletek végrehajtásának időszakában feladata koordinálni a szolgáltatásnyújtók kapacitásait a kialakuló képességihiányok felszámolására.

A hadműveleti szintű űrműveleti támogatás koordinációja a folyó műveletek során felmerülő konkrét támogatásigények kezelését végzi a hadászati szint által megteremtett kereteken belül. Feladata a beérkező támogatási igények fúziója, az ütközések feltárása és ennek alapján az igények szinkronizálása, prioritizálása.

Harcászati szinten történik a tényleges műveleti igények szerinti űrműveleti támogatásigények generálása, a világűr-helyzetismeret bedolgozása az átfogó folyó műveleti helyzetképbe, és a parancsnok és a törzselemek informálása, támogatása az űrműveleti folyamatok, események olyan hatásairól, amelyek relevánsak a műveleti feladat szempontjából. Itt történik meg az űrműveleti főlény kivívásával kapcsolatos konkrét műveleti lépések integrációja az átfogó műveleti tervekbe.

Az űrműveleti támogatás biztosításának alapeszköze az űrműveleti támogatásigény (Space Support Request) összeállítása és felterjesztése, amit az űrműveleti koordinátor állít össze az adott vezetési elemben. Az űrműveleti koordinátor (ami lehet egy személy vagy egy törzscsoport) nem egy újabb önálló eleme, főnöksége a hagyományos törzsstruktúrának, hanem a teljes törzsmunkát átfogóan támogatja. E funkció törzsön belüli elhelyezkedésére nincs kialakult vagy meghatározott szabály, feladatait, helyét és szerepét az adott vezetési elem szervezetének, működési szabályainak kialakítása során határozzák meg.

Az űrműveleti támogatási igény kiterjedhet mindazon űrszolgáltatásokra, amelyek relevanciával bírnak a katonai műveletek végrehajtása során. A NATO által alkalmazott űrszolgáltatás-kategóriák mindegyike az információhoz, a műveleti helyzetkép kialakításához és megosztásához kapcsolódik. Így az űrműveleti támogatásnak ki kell terjednie minden olyan szolgáltatásra, amivel kapcsolatban a parancsnok, a törzs vagy az űrműveleti koordinátor úgy ítéli meg, hogy az adott szolgáltatás szükséges az információs és vezetési főlény kivívásához és megtartásához, ezáltal a művelet sikeres végrehajtásához.

#### Az űrműveleti támogatás szakfeladatai

A doktrína három műveleti feladatcsoportot határoz meg:

- *Világűr-helyzetismeret* (SSA)
- *Űrműveleti támogatás* (SFE)<sup>21</sup>
- *Űrműveleti főlény* (SC)

<sup>21</sup> A „Space Force Enhancement” kifejezés használata különösen az Egyesült Államok Űrhaderője, a United States Space Force haderőnem létrehozását követően vált zavaróvá. A kifejezés központi eleme nem a Space Force, hanem a Force Enhancement, vagyis a haderő képességeinek növelése. A Space ennek jelzője. A Space Force Enhancement tehát nem az űrhaderő erősebbé tételét jelenti, hanem magának a teljes haderőnek az erősebbé tételét az űrműveletek kiaknázásával.



A kézikönyv nem foglalkozik részletesen az űrműveleti fölény kivívása, megtartása érdekében végrehajtandó műveletekkel, pusztán felsorolja és bemutatja az űrrendszerekre leselkedő nem természetes eredetű fenyegetéseket. A doktrína ezzel egyidejűleg sokkal kevésbé részletes taglalással, de leírja az ilyen fenyegetések csapásként történő megvalósításával elérhető műveleti sikereket és veszélyeztetettséget, valamint annak fontosságát, hogy a saját űrképességeket az ellenséges fenyegetések, veszélyeztetések ellen védeni kell. Az űrműveleti fölény érdekében végzett műveletek lehetnek kinetikus vagy nem kinetikus csapások, amelyek végrehajthatók a Földön, az űrben, a kibertérben, az elektromágneses spektrumban egyaránt. Eszközei lehetnek specializált űrfegyverek vagy a katonai szervezetek általános használatú fegyverzete (az űrrendszerek megfelelő kritikus elemei ellen alkalmazva). Gyakorlatokon szerzett tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy az űrműveletek katonai tevékenységbe való integrációjának az is része, hogy a csapásokat tervező és végrehajtó katonai szervezetekben tudatosuljon: az űrműveleti fölény érdekében végzett legtöbb csapás egyáltalán nem különbözik bármely más értékes célpont elleni csapástól, ezért az általában elvárt dinamikával, szaktudással és kreativitással lehetséges ezek tervezése és végrehajtása. A különbség egyedül kifejezetten az orbitális pályán végrehajtott csapások esetében jelentkezik. Ugyanígy a szemben álló fél, ellenség csapásai ellen is hasonlóan kell védekezni, illetve a csapás következményeit felszámolni.

A doktrínában leírt másik két feladatcsoport a kézikönyvben nincs elkülönítve, azonban a kézikönyv a „Space Force Enhancement” helyett a korszerűbb és könnyebben értelmezhető „Operational Space Support”, vagyis műveleti űrtámogatás kifejezést használja.

A világűr-helyzetismeret (SSA) szolgáltatása minden más űrművelet vagy űrszolgáltatás alapja. A világűr-helyzetismeret alapvető részét képezik a saját és a szemben álló fél űreszközei, harmadik felek űreszközei, üzemen kívül álló űreszközök maradványai, az űrtörmelék és a természetes eredetű űrobjektumok. Értelmezés kérdése, hogy a világűr-helyzetismeretnek része-e az űridőjárás (a magaslégköri és kozmikus elektromágneses és sugárzási környezet leírása) vagy sem. Továbbá abban sincs szakmai egyetértés, hogy milyen mélységű és tartalmú adatokat kell az egyes űrobjektumokról szolgáltatni. A francia megközelítés szerint<sup>22</sup> például a világűr-helyzetismeret kizárólag az objektum mint tárgy mozgásparamétereit és fizikai jellemzőit tartalmazza, és nyílt adatokkal dolgozik. Az átfogó világűrtartomány-ismeret (SDA) pedig ezeken felül az egyes űrobjektumok műveleti szempontból releváns képességjellemzőit is tartalmazza (amelyeket akár nem is űrfelderítési szenzorokkal, hanem például a hírszerző szolgálatok útján szereznek be), és így teljesebb képet tud adni az objektum műveleti hatásairól – viszont

<sup>22</sup> A francia Commandement de l'Espace témafelelősei által az AsteriX 2022 gyakorlathoz kapcsolódó tájékoztatók alapján.

ez az adattartalom már minősített. A világűr-helyzetismerethez tartoznak azok a nem világűrbeli hatások is, amelyek az űrrendszerek, szolgáltatások működését befolyásolják (például elektronikai vagy kiberműveleti tevékenység, vagy az űrrendszerek földi rendszerelemeit érintő kinetikus csapások).

Fontos hangsúlyozni, hogy a világűr-helyzetismeret nem csak az űreszközök, űrrendszerek üzemeltetői számára fontos. A katonai űrműveleti szakemberek feladata (például a harcászati szintű űrműveleti támogatás keretében), hogy a támogatott parancsnokság, törzs szempontjából releváns, a műveletekhez kötődő és azokra hatással bíró világűr-helyzetismereti adatokat meghatározzák. Az információszerzés űrműveleti támogatás kérésének keretében történik, és a kapott adatokat bedolgozzák az átfogó műveleti helyzetképbe. Ebből a szempontból a világűr-helyzetismeret mint felderítési információ értelmezhető.

Példaként hozható erre a távérzékelő (felderítő) műholdak áthaladásával kapcsolatos adatszerzés és annak elemzése. A műholdak röppályája többé-kevésbé pontosan meghatározható az űrfelderítés szenzoraival és az égi mechanika törvényei alapján. Ez nem bír közvetlen műveleti relevanciával, azonban belőle kiszámítható, hogy egy adott célpontot vagy területet a műhold mikor fog látni. Amennyiben ismert a műhold szenzora, az elméleti rálátás tényleges időpontja alapján megállapítható, hogy képes lehet-e tényleges adatgyűjtésre (például egy látható fényű optikai szenzor nem fog tudni adatot gyűjteni a földfelszínről akkor, ha vastag felhő takarja az eget, de akár éjszaka is korlátozottak a lehetőségei a nappali megvilágításhoz képest). Szintén a szenzor ismeretében tervezhető annak megzavarása, elvakítása az adatgyűjtés megghiúsítása érdekében (ez már az információs műveletek műveleti biztonsággal kapcsolatos tevékenységei közé tartozik). De a konkrét műveleti feladat és a katonai szervezet képességei alapján akár tervezhető egy megtevesztő információs művelet is, amikor nem az adatgyűjtést hiúsítják meg, hanem félrevezető adatokat kínálnak fel a szemben álló fél részére.

A világűr-helyzetismeret kialakításához űrfelderítő rendszerekre, szenzorokra van szükség. Ezek a NATO esetében tagállami vagy kereskedelmi üzemeltetésű eszközök, az űrműveleti szakállomány csak a feldolgozott adattömeget kapja meg szolgáltatás keretében. A fent leírt értelmezési, elemzési folyamatot viszont a megfelelő eszközök (modellező szoftverek) rendelkezésre állása esetén az űrműveleti szakállomány már el tudja végezni. Egy részletes világűr-helyzetismeret tartalmazza az űrműveleti hadrendet (a műveleti szempontból releváns űrképességek katalógusát), az ellenséges (vagy az ellenség részére adatot gyűjtő) távérzékelő, felderítőműholdak saját erőket érintő áthaladásainak előrejelzését, illetve ugyanezen adatokat a saját műholdak esetében az ellenséggel, illetve a saját erők szempontjából releváns műveleti területtel kapcsolatban. Más világűr-helyzetismeretadatok, mint például az űreszközök pályára állításai, pályamanőverek, visszatérések, ütközésveszély-előrejelzések elsősorban az űreszköz-üzemeltetők



szempontjából relevánsak, de nem hagyhatók figyelmen kívül, amennyiben információs műveleti, stratégiai kommunikációs hatással bírnak.

Mivel a világtér-helyzetismeret adatokat a NATO készen kapja, fokozott figyelemmel kell lenni azok teljességére, aktualitására. A felderítőszenzorok fokozottan védett nemzeti képességek, ezért a nyilvánosan közzétett adatok hiányosak és félrevezetőek lehetnek. A kormányok, szervezetek közötti megállapodások alapján beszerzett adatok sokkal teljesebbek és pontosabbak, viszont emiatt minősítéssel védettek lehetnek.

A műholdas távközlés hosszú ideje jelen van a katonai művelettámogató szolgáltatások között, és jelentősége a korszerű hadviselésben egyre nagyobb. A modern műveleti terület mérete nő, a terület széttöredezik. Egybefüggő frontvonal és elfoglalt területek helyett a mélységtől a mögöttes területig bárhol kialakulhat harc, békekikényszerítő vagy béketámogató műveletek során pedig még inkább jellemző a szigetszerű harctevékenység. Ez a földfelszíni távközlési szolgáltatási rendszerekkel egyre nehezebben lefedhető. A katonai tevékenységek sokszor a honi területektől távol zajlanak, de még viszonylag kis távolságok esetében is előfordulhat, hogy a terep, a domborzat nem teszi lehetővé a földfelszíni szolgáltatások használatát. A nagy átviteli sebességet biztosító földfelszíni szolgáltatások (például tábori rádiórelé-hálózatok, a műveleti terület és a honi terület közötti bérelt távközlési szolgáltatások) kiépítése, áttelepítése időigényes. A műholdas távközlési rendszerek ezzel szemben a földi távolságok jelentette korlátoktól, illetve a rendelkezésre álló infrastruktúrától függetlenül képesek szolgáltatásokat nyújtani.

A műholdas távközlési rendszerek szervezése a katonai törzsben az infokommunikációs főnökség feladata. Az űrműveleti szakterület ezt azzal támogatja, hogy összehangolja a szolgáltatást nyújtó felek tevékenységét, szaktanácsokat ad a szolgáltatási rendszerek kiválasztásához és biztosítja a megfelelő műholdak, átjátszók rendelkezésre állását.

A szolgáltatásokhoz felhasznált műholdak nem minden esetben állami vagy katonai üzemeltetésűek. Nem kritikus jelentőségű adatok átvitelére kereskedelmi szolgáltatások is használatban vannak, hogy tehermentesítsék a katonai rendszereket. A katonai (és bizonyos mértékig a nem katonai, állami) távközlési műholdak a kereskedelmi műholdaknál sokkal erősebben védettek a csapások, ártó behatások ellen (beleértve az atomfegyverek alkalmazása során fellépő hatásokat is). A számos különböző technológiájú és üzemeltetésű szolgáltatás egységes rendszerbe szervezésével biztosítható az ellenálló képesség, a különböző katonai feladatok eltérő igényeinek való megfelelés és a hatékony, felhasználóbarát üzemeltetés.

Mivel a legvédehetőbb katonai távközlési műholdak átviteli kapacitása korlátozott, folyamatos fejlesztések zajlanak alternatív megoldások keresése érdekében.

Az utóbbi időben újra reneszánszukat élik (természetesen sokkal modernebb technikai megoldásokkal) a troposzféra rádiórelé-rendszerek, ame-



lyeket néhány évtizeddel ezelőtt a távközlési műholdak szorítottak ki mind a polgári, mind a katonai alkalmazásból.

Jelentős kutatás-fejlesztési tevékenység zajlik a magaslégköri repülőplatformok (pszeudoműholdak) alkalmazásával kapcsolatban is. Ezek a sztratoszférában repülő, személyzet nélküli repülőeszközök a műveleti területen fókuszáltan lesznek képesek infokommunikációs szolgáltatásokat nyújtani, tehermentesítve ezzel a katonai távközlési műholdakat.<sup>23</sup>

A NATO rendelkezik saját műholdas távközlési szolgáltatási rendszerekkel, amelyeket a NATO Híradó és Informatikai Ügynökség<sup>24</sup> és a NATO Kommunikációs és Információs Rendszercsoport<sup>25</sup> közösen üzemeltet. Ez a szolgáltatási rendszer alapozza meg a NATO telepíthető infokommunikációs erői (DCM, tábori telepíthető híradószázad) és a NATO Szövetségi Földfelszíni Felderítő Rendszer (AGS) működését.

A *műholdas felderítés* fontosságát az adja, hogy a nemzetközi jog alapján az űreszközök áthaladhatnak a nemzeti szuverén területek felett anélkül, hogy a felségjog gyakorlójának erre engedélyt kellene adnia vagy joga lenne azt megakadályozni (ellentétben például a légi felderítéssel). Így adatok gyűjthetők konfliktuszónákról vagy katonai műveletek idején az ellenség mögöttes (számunkra mélységi) területeiről. A felderítés körébe sorolhatjuk azokat a különleges műholdakat is, amelyek például rakétaindítások vagy atomrobbanások észlelése érdekében üzemelnek. Ezek adatait feldolgozott termékek formájában, szolgáltatásként kapja meg a NATO.

Az általános célú felderítőműholdak a törzsek felderítőfőnökségeinek tevékenységét támogatják. Ezek az orbitális pályán repülő szatellitok a szenzorik segítségével különböző adatokat szolgáltatnak. Gondos tervezést igényel, hogy milyen adatszerzés céljára milyen műholdas erőforrást alkalmazzanak. Az űrműveleti koordinátor, űrműveleti szakember támogatást nyújt a felderítők számára az egyes szenzor- és röppályatípusok bemutatásával annak érdekében, hogy a leghatékonyabb hírigényt állítsák össze, így a leggyorsabban és a legteljesebb tartalommal legyen elvégezhető az adatgyűjtés. A műholdas felderítés nem helyettesíti, hanem kiegészíti az összadatforrású felderítés képességportfóliójának többi elemét. Minden röppályának és szenzornak megvannak a maga erősségei és gyengeségei is.

A felderítőműholdak szenzorait a következő kategóriákba soroljuk: látható fényű, infravörös és hőképalkotó, radar-, elektronikai felderítőszenzorok. A beszerzendő műveleti információtól és az egyéb (természeti, illetve műveleti) korlátoktól függően választják ki a megfelelő szenzort.

<sup>23</sup> Horváth Attila: A magaslégköri repülő platformok és lehetséges alkalmazhatóságuk. Haditechnika, LV. évf., 2021/5, DOI: 10.23713/HT.55.5.06.

<sup>24</sup> NATO Communications and Information Agency.

<sup>25</sup> NATO Communications and Information Systems Group – a NATO infokommunikációs szolgáltatásokat nyújtó, ezredszintű katonai szervezete.



A megfigyelt célpont képes előre jelezni (a világtér-helyzetismeretnél leírt módon) a műhold várható áthaladását, illetve radarszenzor esetén annak tényleges működését is képes lehet észlelni elektronikai felderítőeszközeivel, ez alapján pedig ellenlépéseket tehet. Fontos figyelembe venni azonban, hogy az így esetlegesen megghiúsuló adatgyűjtés maga is felderítési információ: ha észleljük a zavarást, rejtőzködést, megtévesztést, akkor feltételezhetjük, hogy jó nyomon járunk, és a területet érdemes újból, akár más szenzorral ismét szemrevételezni.

A műveleti helyzetkép kialakítása érdekében végzett felderítésen túl a műholdak felhasználhatók a csapások eredményének felmérésére, illetve geoinformációs adatszerzésre is. A korszerű katonai és kereskedelmi távérzékelő műholdak és a feldolgozott adatok kreatív felhasználásával olyan információk is kinyerhetők, amelyekre eredetileg nem is tervezték az adott műholdat. Példák erre a radarszenzorok alkalmazása rádióelektronikai felderítésre (interferenciaminták keresésével), vagy az erdőtüzek észlelése érdekében létrehozott polgári szolgáltatások alkalmazása a csapások következtében kigyulladó harctéri tüzek felmérésére.

A műholdas navigáció és időadat-szolgáltatás a polgári életben is jól ismert. A NATO az amerikai globális helymeghatározó rendszert (GPS, régebbi nevén NAVSTAR) használja. A műholdas navigációs szolgáltatások alapját képezik a manőverek és csapások végrehajtásának, a saját erők követésének és a precíziós fegyverek alkalmazásának. Az ugyanezen rendszer által nyújtott időadat-szolgáltatás pedig az infokommunikációs és rejtjelző hálózatok, valamint az idegen-barát felismerőrendszerek működését teszik sokkal hatékonyabbá.

A GPS-szolgáltatás három különböző adatsort sugároz ki, amelyek közül egy vehető nyílt (akár polgári) vevőkészülékkel, a másik kettő rejtjelzett formájú, így különleges vételi eszközt igényel. A polgári, úgynevezett C/A<sup>26</sup> kód igen érzékeny a rádiózavarásra. Viszonylag egyszerű, akár szakközépiskolai tudással is elkészíthető vagy átalakítható improvizált zavaróeszközökkel is elérhetetlenné tehető, aminek jelentős információs műveleti és társadalmi hatása van. A katonai nagy pontosságú P(Y)<sup>27</sup> kód rejtjelzett, csak megfelelő katonai vevőkészülékkel vehető. Pontosabb és a zavarásnak ellenállóbb, mint a C/A kód, és folyamatosan rendelkezésre áll. A legújabb és legvédelettebb szolgáltatás az M kód, amely még inkább ellenáll a zavarásnak, de ezt a szol-

<sup>26</sup> Coarse/Acquisition kód, ami csökkentett pontosságú és nyíltan kisugárzott, így bárki számára szabadon vehető. Eredeti célja a nagy pontosságú kódvételhez szükséges előszinkronizáció gyorsítása volt.

<sup>27</sup> Precision kód, ami a nagy pontosságú navigációhoz szükséges. Rejtjelzett formában kisugárzott, a rejtjelzett adatsor megnevezése az Y kód.

gáltatást űrműveleti támogatásigénnyel kell megrendelni, a terület és időpont megjelölésével.<sup>28</sup>

A műholdas navigációs és időadatok fontossága, illetve a szolgáltatás technikai sebezhetősége miatt a katonai tevékenységek egy új ága is kialakult ezzel kapcsolatban, a katonai navigációs műveletek (NAVWAR). Megfelelő felkészítést követően az űrműveleti koordinátor elláthatja a NAVWAR-specialista feladatait is. A természetes és mesterséges eredetű zavarforrások felismerésével és a megfelelő ellenintézkedések tervezésével, végrehajtásával a katonai szervezetek még akkor is képesek maradnak a feladataik végrehajtására, ha ezt a támadó NAVWAR-környezet megnehezíti.

A GPS mellett a katonai műveletek végrehajtásához (különösen a nem háborús műveletek, illetve bizonyos esetekben a különleges erők műveletei során) jól felhasználhatóak más műholdas navigációs szolgáltatások. A korszerű mobiltelefonok, a természetjárók, hajósok és földmérők által használt készülékek több navigációs szolgáltatás jelét is képesek egyidejűleg venni, így pontosságuk és a természetes eredetű zavaroknak való ellenálló képességük igen jó. Ilyen szolgáltatások az európai Galileo, az orosz GLONASS,<sup>29</sup> a kínai Pej-tu<sup>30</sup> és az indiai NavIC/IRNSS<sup>31</sup> (ez utóbbi azért különleges, mert nem globális rendszer, hanem az Indiai-óceánra és az indiai szubkontinensre fókuszáltan működik).<sup>32</sup>

Az időjárással kapcsolatos adatgyűjtés a meteorológiai és oceanográfiai támogatás (METOC), vagy a doktrínában megtalálható megnevezéssel földi és űrkörnyezet-megfigyelés (Terrestrial and Space Environmental Monitoring) feladata. A mindennapi gyakorlatban a legelterjedtebb a METOC kifejezés használata.

Az időjárás széles körű befolyásoló hatással bír a műveletek tervezésére és végrehajtására. A NATO integrált meteorológiai információs rendszerében gyűjtik össze mindazokat az időjárási megfigyeléseket és adattermékeket, amelyeket a parancsnokok és törzsek a vezetési tevékenységük során felhasználhatnak.

Ennek része az űridőjárás is, vagyis a magaslégkör és a világűr földközeli tartományában zajló elektromágneses és részecskesugárzási folyamatok

<sup>28</sup> GPS Signal Plan, [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php?title=GPS\\_Signal\\_Plan](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php?title=GPS_Signal_Plan) (A letöltés ideje: 2023. 08. 17.)

<sup>29</sup> Globalnaja Navigacionaja Szputnyikovaja Szisztéma - GLONASS, Globális Navigációs Műhold Rendszer.

<sup>30</sup> A kínai név a Nagymedve csillagképben található aszterizmus, a magyarul Göncölszékéreként (Nagygöncölként) ismert csillagalakzat nevéből ered.

<sup>31</sup> Navigation with Indian Constellation / Indian Regional Navigation Satellite System - NavIC/IRNSS. A második elnevezés, vagyis Indiai Regionális Műholdas Navigációs Rendszer volt az eredeti név. 2016-ban átnevezték, a NavIC (Navigáció Indiai Konstellációval) nemcsak rövidítés, de hindi nyelven hajóst, navigátort is jelent.

<sup>32</sup> Satellite Navigation Services, <https://www.isro.gov.in/SatelliteNavigationServices.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 17.)



állapota is. Ez ugyanis közvetlenül befolyásolja az űreszközöket, az űrszolgáltatások minőségét, illetve más földi kritikus infrastruktúrákat. Az űrműveleti támogatás szempontjából a legfontosabbak az ionoszféra elektrontelítettségén keresztül a GPS-pozíciószolgáltatás pontosságára, illetve a rövidhullámú rádiózásra és a mikrohullámú műholdas távközlésre gyakorolt hatások.

A földi időjárás ismerete nélkülözhetetlen a szárazföldi, légi és tengeri műveletek hatékony végrehajtásához, de támaszkodnak erre az űrműveletek tervezői, végrehajtói is. A csapadék képes lerontani vagy akár meg is szakítani bizonyos műholdas távközlési összeköttetéseket, ezért az infokommunikációs szakembereknek ilyenkor tartalékokat kell képezniük vagy más (az időjárás hatásai ellen védettebb) rendszereket kell üzembe helyezniük. Az optikai felderítőműholdak nem látnak át a zárt felhőzetten, sőt még a szakadozott felhőzet is rontja a képminőséget, így döntést igényel, hogy egy adott célpont esetében érdemes-e ilyen adatgyűjtéssel tervezni. Több lehetőség is felmerülhet ilyen esetben: ha adott a célpont és az időtartomány, amikor a megfigyelést el kell végezni, akkor más (például radar-) szenzort kell használni. Ha az időtartomány nem kritikus, akkor érdemes várni. Ha a célpont nem kritikus, akkor a műhold adatgyűjtő kapacitását inkább más területen kell felhasználni.

A műholdakon hordozott szenzorok használhatóak rakétaindítások észlelésére, és képesek azonnal figyelmeztetéseket nyújtani a ballisztikusrakéta-csapásokról. A NATO-ban az Egyesült Államok rendelkezik ilyen műholdakból álló rendszerrel (SBIRS). A rendszer részletes műszaki jellemzői és a szolgáltatott adatok minősítettek, az elérhető nyílt rendszerleírások azonban elegendőek a rendszer működésének megértéséhez.<sup>33</sup> Az Egyesült Államok és a NATO közötti megállapodás alapján azonban a csapásra történő figyelmeztetéseket, a célpont-előrejelzéseket és az ellentevékenységekhez szükséges röppályaadatokat átadják a NATO részére. Ez az úgynevezett megosztott korai előrejelzés (SEW). A SEW-en át szolgáltatott adatok kiegészíthetők földi szenzorok (például nagy hatótávolságú radarok) adataival. Értelmezés kérdése, hogy a SEW technikailag űrművelet-e (hiszen csak feldolgozott adatok átadása történik), mindenesetre a NATO az űrműveleti támogatás körébe sorolja.

A rakétaindítások észlelése nemcsak a csapásra való figyelmeztetéshez és a célterület előrejelzéséhez szükséges, hanem az indítási hely meghatározása beazonosítja a csapást végrehajtó felet is. Emellett a folyamatosan működő érzékelők képesek más eredetű infravörös energiakitöréseket, például robbanásokat is észlelni, így támogatást nyújthatnak a harci kutatáshoz-menéshez, a lelőtt vagy lezuhant légi járművek felkutatásához.

<sup>33</sup> Space-Based Infrared System - SBIRS, <https://missilethreat.csis.org/defsys/sbirs/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 04.)

## Összegzés

A világűr hadszíntér, még ha nem is feltétlenül abban az értelemben, hogy ott közvetlen katonai összecsapások történnek. Technikailag ez nem zárható ki, de a fő tevékenység ma a földfelszíni műveletek támogatása, ennek a támogatási képességnek a megőrzése és a szemben álló fél hasonló képességeinek gyengítése, kiiktatása, főként földfelszíni csapásokkal, illetve elektromágneses és kiberműveletekkel.

A NATO nem rendelkezik űreszközökkel, számos tagállama viszont igen. Ezek a tagállamok a saját nemzeti jogrendjük, stratégiáik, doktrínáik alapján tervezik meg és hajtják végre űrműveleteiket. A teljes Szövetség katonai képességeinek erősítése érdekében pedig maga a NATO is igénybe vesz űrszolgáltatásokat a katonai műveletei támogatása érdekében.

Fontos kihangsúlyozni, hogy a jelen írásban bemutatott NATO-doktrína és -kézikönyv nem azonos a tagállami doktrínákkal, képességekkel, eljárásokkal. Még magának a világűrnek a definíciója sem egységes a tagállamok között, nem feltétlenül egyezik meg a NATO meghatározásával. A NATO űrműveleti tevékenységének ismerete és bemutatása azonban két okból fontos Magyarország számára. Amíg nincs szuverén nemzeti űrképesség, addig a csapatok űrműveleti támogatása hasonló elvek szerint, szolgáltatásbeszerzéssel lehetséges, amelynek megtervezéséhez jó iránymutató a NATO. Amikor pedig megkezdődik a szuverén nemzeti űrképesség kiépítése, célszerű azt úgy megvalósítani, hogy interoperábilis legyen a NATO-val, a Szövetség részére történő szolgáltatásnyújtás és a kereszt támogatás érdekében.

A NATO az elmúlt tíz évben jelentős lépéseket tett az űrműveleteknek az összhaderőnemi műveletekbe való integrációja terén. 2021-től kezdve ebben magyar űrműveleti szakemberek is részt vesznek a NATO gyakorlatainak támogatása keretében.

# Az európai űrtevékenység biztonsági kérdései

*Edl András<sup>1</sup>*

Az európai űrtevékenység összetett és több síkon zajlik: beszélhetünk a nemzetállamok, a nemzetközi szervezetek és a nemzetek feletti európai intézmények űrtevékenységéről. Az európai döntéshozók számára az elmúlt évek egyértelművé tették, hogy a világűr kiemelt fontosságú terület. A világűrtevékenység a technológiai fejlődésnek köszönhetően új korszakába lépett, amely a maga lehetőségeivel és kockázataival ösztönzi, de egyben kényszeríti is az európai államokat a változásra. Az európai biztonsági környezet változása – hangsúlyosan az orosz-ukrán háború – szintén kiemeli a fejlesztések fontosságát, amibe az űrképességek fejlesztése is beletartozik. Ehhez szükséges támogatni az európai űripart és azon keresztül a gazdaságot. Az űrszektor fontosságát jól jelzi, hogy becslések szerint az európai gazdaság 6–9%-a függ szorosan az űrképességektől.<sup>2</sup> Emellett természetesen javítani kell Európa biztonsági helyzetén és pótolni bizonyos hiányzó képességeket. Ehhez kapcsolódóan megjelenik a NATO-val történő szorosabb együttműködés, az Egyesült Államok növekvő szerepe, de a stratégiai autonómia hangsúlyozása is.

## Európai szabályozás

Az európai dokumentumok elemzése megmutatja a szervezetek működési módjait és egyúttal a célkitűzésekbe is betekintést enged. Az Európai Unió önálló űrpolitikát folytat, ugyanakkor nem ír elő kötelező lépéseket a tagállamok részére, inkább egy közös keret megteremtésére törekszik, amelyhez a tagállamok csatlakozhatnak és amelyen belül együttműködhetnek. Az Unió által indított programok emellett méretük és költségvetésük miatt vonzó lehetőségnek is számítanak, mivel olyan lehetőségek és képességek birtokába juttathatják a résztvevőket, amiket azok önállóan nem tudnának megteremteni. Az EU legutóbbi űrpolitikai dokumentumát 2021-ben fogadták el, és 2027-ig hivatott vezérelni az európai űrtevékenységet. A célok között

<sup>1</sup> *Edl András* kutató, doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Eötvös József Kutatóközpont, Világűrjog és -politika Kutatóintézet. E-mail: edl.andras@uni-nke.hu és edlandras@gmail.com.

<sup>2</sup> Eurostat: Developing a Space Economy Thematic Account for Europe. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2023. 8.

szerepel a klímaváltozás elleni küzdelem, a technológiai fejlődés elősegítése, illetve társadalmi és gazdasági haszon generálása az európai állampolgárok részére. Mivel a dokumentum 2021-es, nincs benne az Oroszország jelentette fenyegetés; a biztonságot illetően a migráció, a határokon átívelő szervezett bűnözés és a kalózkodás jelenik meg példaként. Az űrpolitika nagyban támaszkodik a már meglévő eszközökre, mint amilyenek a Kopernikusz, a Galileo, az EGNOS, a GovSatCom-programok, illetve a világűr-helyzetismeret (SSA)<sup>3</sup> biztosító képességek, de már megjelenik benne a még nem üzemelő IRIS-rendszer is.<sup>4</sup>

A Stratégiai Iránytű<sup>5</sup> az EU jövőt formáló dokumentuma, amely a biztonsági környezet gyors változása közben jelent meg. 2022. március 21-én hozták nyilvánosságra, így a szöveg nagy részét még a 2022. február 24-én indított orosz támadás előtt készítették el. A támadásra azonban reagálni kellett, ezért – az egész dokumentum átdolgozása helyett – az Európai Unió külügyi és biztonságpolitikai főképviselője, Josep Borrell Fontelles által írt előszóban jelenik meg az új probléma. Némileg tükrözve Olaf Scholz német kancellár Zeitenwende (korszakváltás) gondolatát, Borrell arról ír, hogy Európa ráébredt a geopolitika fontosságára, valamint saját helyzetének és szerepének megváltozására. Maga a dokumentum konkrét cselekvési tervet irányoz elő, illetve a világűrt ugyanolyan jelentősnek tartja, mint a tengereket, a légteret és a kiberteret. Ugyanakkor felhívja a figyelmet egyes komoly hiányosságokra is. Ezek közül kettő az önálló és állandóan rendelkezésre álló európai világűr-hozzáférés és a globálisan elérhető, biztonságos kommunikációs hálózat.<sup>6</sup>

A 2023 márciusában megjelent EU Biztonsági és Védelmi Űrstratégia<sup>7</sup> kidolgozását már a Stratégiai Iránytű is előre bejelentette, így a dokumentum elkészítése már korábban is tervben volt, bár az orosz agresszió befolyásolta annak tartalmát. A védelmi űrstratégia súlypontjai az uniós és tagállami rendszerek biztonságának javítása, a védelmi képességek fejlesztése, illetve a fenntartható űrtevékenység. Megteremtésükhöz azonban nem csak űrbázisú képességek kellene, ezért a dokumentum az űrképességeket egységes rendszerként értelmezve a földi infrastruktúra és a kibertér biztonságát is szem előtt tartja. A 2021-es űrpolitikához hasonlóan a védelmi űrstratégia is eszközként és alapvető űrképességként nevezi meg az angol mozaikszóval

<sup>3</sup> Space Situational Awareness – SSA.

<sup>4</sup> European Commission: EU Space Programme, [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/eu-space-programme\\_en?prefLang=hu](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/eu-space-programme_en?prefLang=hu) (A letöltés ideje: 2024. 01. 03.)

<sup>5</sup> Strategic Compass for Security and Defence.

<sup>6</sup> Council of the European Union (2022): A Strategic Compass for Security and Defence, [https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/strategic\\_compass\\_en3\\_web.pdf?fbclid=IwAR0agaIPzTx9anHRdx-PRgLd7OSXeLkabSfnkAlpJN\\_yPdGIHzTrnO-8rFO](https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/strategic_compass_en3_web.pdf?fbclid=IwAR0agaIPzTx9anHRdx-PRgLd7OSXeLkabSfnkAlpJN_yPdGIHzTrnO-8rFO) (A letöltés ideje: 2024. 01. 17.)

<sup>7</sup> EU Space Strategy for Security and Defence.



csak PNT-ként<sup>8</sup> emlegetett képességeket (vagyis a helymeghatározás, navigáció és időmeghatározás hármását); a Föld-megfigyelést<sup>9</sup>; a biztonságos úrbázisú kommunikációt<sup>10</sup> és a már említett világűr-helyzetismeretet (SSA). Ugyanígy feltűnik az autonóm űrhozzáférés kialakításának, továbbá az ellátási láncok és az ipari bázis védelmének szükségessége, mindez a partnerekkel szoros együttműködésben.<sup>11</sup> Ezenkívül több, korlátozottabb érvényű dokumentum is létezik még, melyek egyes intézmények tevékenységét szabályozzák. Ezek lényegi tartalma és céljai tükrözik a részletesebben tárgyalt főbb dokumentumokét, ugyanakkor a hangsúlyok és részcek különböznek, attól függően, hogy az orosz-ukrán háború kitörése előtt vagy után készültek.

## Költségvetés

A dokumentumokban rögzített célok eléréséhez anyagi források szükségesek. Európa jelentős szereplője a globális űrtevékenységnek, az Unió tagállamainak összesített kormányzati űrköltségvetése 2023-ban hozzávetőlegesen 10,3 milliárd USD-t tett ki, ami a globális kormányzati űrköltségvetés 8,8%-a körül van.<sup>12</sup> Az Európai Unió a saját költségvetéséből 2,8 milliárd USD-t szánt erre a célra 2023-ban. Az Euroconsult szerint az ESA-nak, az ESO-nak és az EUMETSAT-nak nyújtott kormányzati hozzájárulás 6,3 milliárd USD volt.<sup>13</sup> A jelentés adatai ugyanakkor különböznek az ESA 2023-as teljes bejelentett költségvetésétől, amely mintegy 7,7 milliárd USD volt. Ennek oka, hogy az ESA költségvetése nem csak a tagállami kormányoktól ered. A 2023-as évben a tagállami hozzájárulásból 66,2%, az EU-tól 24,2%, az EUMETSAT-tól 1,8% egyéb forrásokból pedig a jövedelem 7,8%-a eredt.<sup>14</sup>

A világban tapasztalható trendekhez hozzátartozik, hogy a már említett 2023-as 117 milliárd USD globális kormányzati űrköltségvetés 2022-ben még csak 103 milliárd USD volt, ami 9%-kal nagyobb, mint a 2021-es összeg. 2022-ben az Euroconsult még azt jósolta, hogy 2031-re lesz a védelmi és a

<sup>8</sup> Positioning, Navigation, Timing – PNT.

<sup>9</sup> Earth Observation – EO.

<sup>10</sup> Secure Communication.

<sup>11</sup> European Commission (2023): Joint Communication to the European Parliament and the Council. European Union Space Strategy for Security and Defence, [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=JOIN\(2023\)9&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=JOIN(2023)9&lang=en) (A letöltés ideje: 2024. 01. 18.)

<sup>12</sup> Euroconsult: New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures, <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-historic-high-for-government-space-spending-mostly-driven-by-defense-expenditures/> (A letöltés ideje: 2024. 01. 18.)

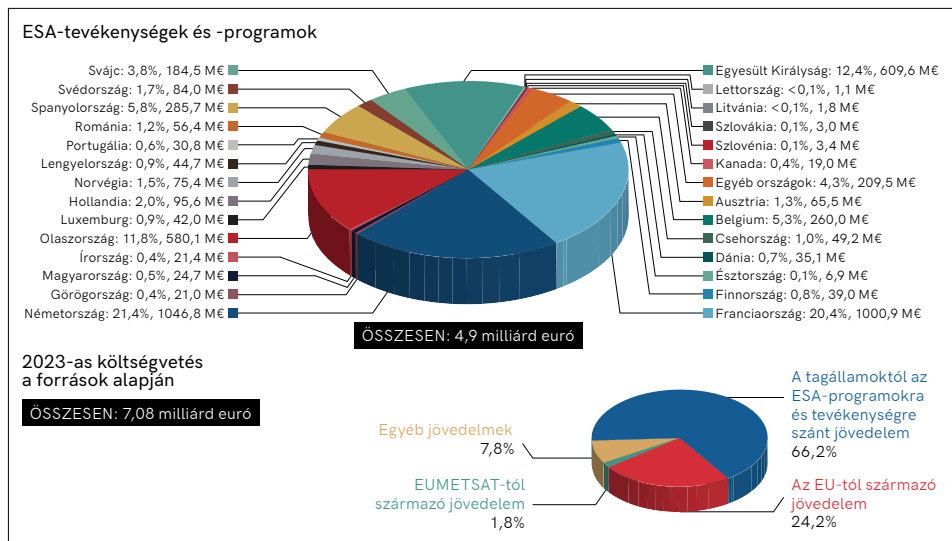
<sup>13</sup> Uo.

<sup>14</sup> European Space Agency: ESA Budget 2023, [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2023/01/ESA\\_budget\\_2023](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2023/01/ESA_budget_2023) (A letöltés ideje: 2024. 01. 20.)



polgári programok költségvetése azonos nagyságú.<sup>15</sup> Ehhez képest ez már 2023-ban bekövetkezett, ami egy paradigmaváltást is jelezhet.<sup>16</sup>

Érdeemes külön megvizsgálni az Európai Űrügynökség (ESA)<sup>17</sup> jól dokumentált költségvetését. Az 1. ábra mutatja a teljes 2023-as költségvetés megoszlását.



1. ábra: Az ESA 2023-as költségvetése források szerint<sup>18</sup>

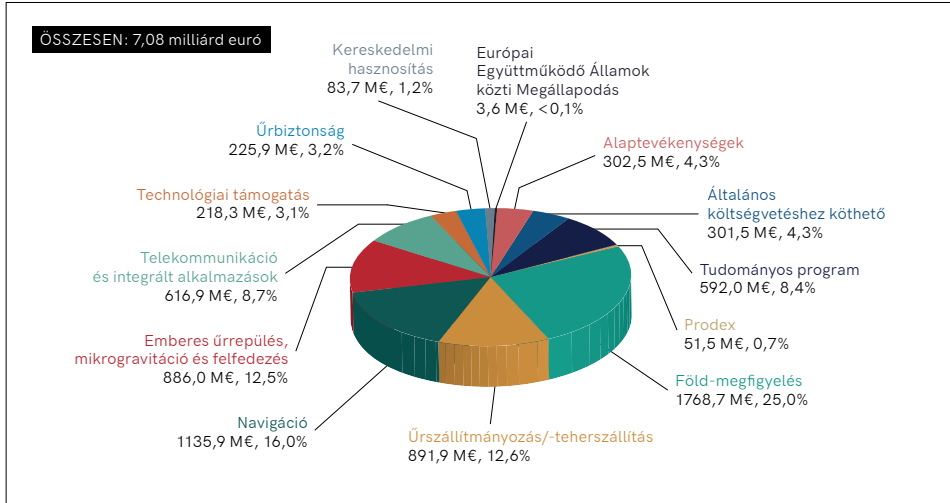
Mint látható, a teljes költségvetés 7,08 milliárd EUR, ami átszámolva 7,7 milliárd USD. A NASA költségvetése ehhez képest 25 milliárd USD közelében járt. A legnagyobb ESA-befizetők Németország, Franciaország, Olaszország és az Egyesült Királyság. A 2. ábrán látható a források elosztása, ami arról árulkodik, hogy milyen projektek vannak éppen folyamatban, illetve mit tart fontosnak az ESA.

<sup>15</sup> Euroconsult: New record in Government Space Defense spendings driven by investment in Space Security and Early Warning, <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-record-in-government-space-defense-spendings-driven-by-investments-in-space-security-and-early-warning/> (A letöltés ideje: 2024. 01. 20.)

<sup>16</sup> Euroconsult: New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures.

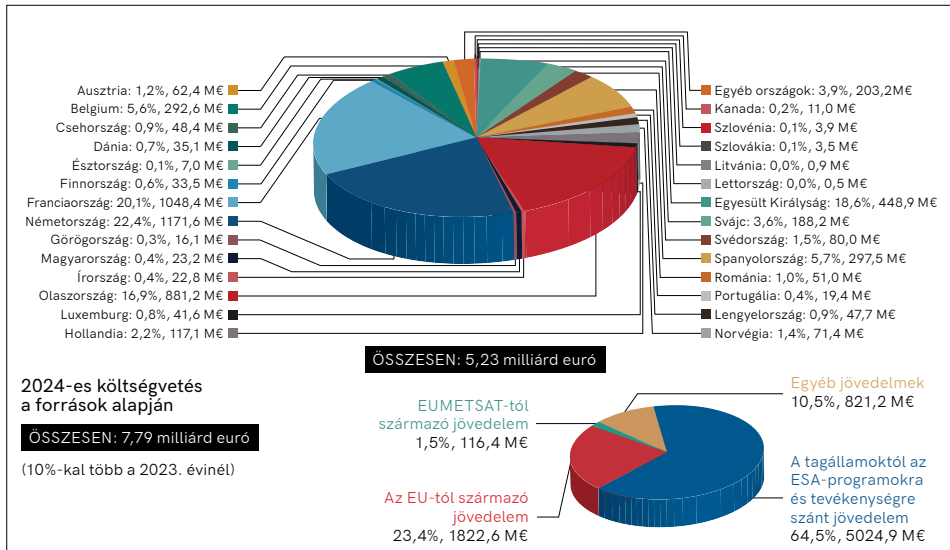
<sup>17</sup> European Space Agency – ESA.

<sup>18</sup> European Space Agency: ESA Budget 2023.



2. ábra: Az ESA 2023-as költségvetésének programok szerint eloszlása<sup>19</sup>

A 2024-es év jelentős változásokat hozott, amelyek közül a legszembevetőbb a költségvetés 10%-os emelkedése volt (3. ábra)

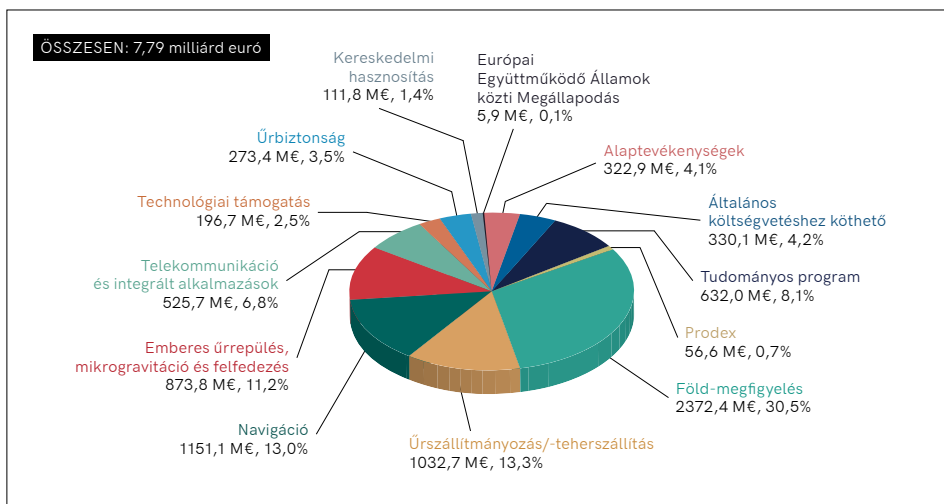


3. ábra: Az ESA 2024-es költségvetése források szerint<sup>20</sup>

<sup>19</sup> European Space Agency: ESA Budget by Domain 2023, [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2023/01/ESA\\_budget\\_by\\_domain\\_2023](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2023/01/ESA_budget_by_domain_2023) (A letöltés ideje: 2023. 01. 20.)

<sup>20</sup> European Space Agency: ESA Budget 2024, [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2024/01/ESA\\_budget\\_2024](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2024/01/ESA_budget_2024) (A letöltés ideje: 2024. 01. 20.)

A források elköltése hasonlóan alakult a 2023-as évhez, ám két jelentős változás tapasztalható.



4. ábra: Az ESA 2024-es költségvetésének programok szerint eloszlása<sup>21</sup>

A 2024-es költségvetés eloszlása hasonló kategóriákban történik, de szembevetűn a Föld-megfigyelés és az űrszállítás költségvetésének erőteljes megugrása. Utóbbi 140,8 millió euróval míg előbbi 603,7 millió euróval nőtt, ezzel csaknem teljesen felemészte a költségvetés 771 millió eurós növekedését.

## Intézményrendszer

### Európai Űrügynökség

A fentiekben megvizsgáltuk az Európai Űrügynökség (ESA) költségvetését, mely tükrözi az európai prioritásokat. Az ESA két elődszervezete összevonásával 1975-ben létrehozott szervezet; nem tartozik az EU fennhatósága alá, és olyan államok is a tagjai, amelyek nem az EU tagállamai. Jelenleg huszonegy tagállammal rendelkezik, Magyarország 2015-ben csatlakozott a nemzetközi szervezethez teljes jogú tagként. A szervezet székhelye Párizs, további létesítményei vannak Olaszországban (ESRIN, Frascati), Németországban (ESOC és EAC, Darmstadt és Köln), Hollandiában (ESTEC, Noordwijk), Belgiumban (ESEC, Redu), Spanyolországban (CEDE, Villanueva de la

<sup>21</sup> Uo.



Canada) és az Egyesült Királyságban (ECSAT, Harwell).<sup>22</sup> Az ESA javaslatokat tesz a tagállamok ürtevékenységét illetően, és igyekszik összehangolni is azokat, valamint nemzetközi partnerekkel is lehetővé teszi az együttműködést. Különleges viszony fűzi az Európai Unióhoz, a két szervezet közötti együttműködés szoros, de nem áll teljes átfedésben. Fontos kérdés, hogy az ESA mennyiben vesz részt a biztonsági téren is alkalmazható úrképességek fejlesztésében. A szigorúan katonai alkalmazásoktól ugyanis elzárkózik, és azokat az egyes tagállamok körébe utalja, de a kettős felhasználású technológiák fejlesztése és telepítése már kiskapuként jelentkezhethet. A szervezet mindezen felül kiváló tudományos programokat szervez, és gyakorlati szempontból is fontos úrrendszereket tervez és létesít.

Az ESA döntéseit a tanács hozza, amiben a tagállamok egy-egy szavazattal rendelkeznek, és általában az egyszerű többség elég a döntéshozatalhoz. A tanács határozza meg az ESA hosszú távú stratégiáját, jóváhagyja az éves munkatervet, a szabályzatokat, és a fentebb már bemutatott költségvetésről is ez a szerv dönt. Mindezt a munkát négy bizottság is segíti, melyek fő fókuszai a tudományos, a pénzügyi, az ipari és a nemzetközi kapcsolatok területei. A szervezet élén 2021. március 1-jétől az osztrák származású Josef Aschbacher áll, aki a Tanács 2023-as szavazása alapján 2025. március 1-jétől megkezdheti második négyéves vezérigazgatói ciklusát.<sup>23</sup>

## Európai Űrprogram Ügynökség (EUSPA)<sup>24</sup>

A prágai székhelyű EUSPA-t a már említett, 2021-es űrstratégia hozta létre. A szervezet célja az EU űrcélkitűzéseinek megvalósítása és érdekeinek határozottabb képviselése. Létrehozása mögött felfedezhető az EU törekvése arra, hogy a politikai ügyekben és a biztonsági minősítések területén az EU kontrollja erősödjön, míg az ESA számára a technikai megvalósítás maradjon.<sup>25</sup> A szervezet emellett elősegíti a navigációs, hely- és időmeghatározó Galileo és EGNOS, a Föld-megfigyelő Kopernikusz, illetve az állami műholdas kommunikációs GOVSATCOM programok minél hatékonyabb hasznosítását és szakpolitikai integrációját.<sup>26</sup>

<sup>22</sup> European Space Agency: Establishment and facilities, [https://www.esa.int/About\\_Us/Corporate\\_news/Establishments\\_and\\_facilities](https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/Establishments_and_facilities) (A letöltés ideje: 2024. 01. 20.)

<sup>23</sup> European Space Agency: Josef Aschbacher, ESA Director General, [https://www.esa.int/About\\_Us/Corporate\\_news/Josef\\_Aschbacher\\_ESA\\_Director\\_General](https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/Josef_Aschbacher_ESA_Director_General) (A letöltés ideje: 2024. 01. 21.)

<sup>24</sup> European Union Agency for the Space Programme – EUSPA.

<sup>25</sup> Chiara Cellarino: EU Space Policy and Strategic Autonomy. Tackling Legal Complexities in the Enhancement of the 'Security and Defence Dimension of the Union in Space', <https://www.europeanpapers.eu/en/europeanforum/eu-space-policy-and-strategic-autonomy> (A letöltés ideje: 2024. 01. 20.)

<sup>26</sup> European Union Agency for the Space Programme: EUSPA Overview, [https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-union-agency-space-programme-euspa\\_en](https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-union-agency-space-programme-euspa_en) (A letöltés ideje: 2024. 01. 20.)

## Védelmi és Űripari Főigazgatóság (DG DEFIS)<sup>27</sup>

Az Európai Bizottságon belül az űrügyek a belső piacért felelős biztos (jelenleg Thierry Breton) alá rendelt Védelmi és Űripari Főigazgatósághoz tartoznak, melynek vezetője 2024-ben Timo Pesonen. A főigazgatóság feladatköre kiterjed az űrstratégia foganatosítására, javaslatokat tesz jogszabályokra, támogatja a kontinens űriparának fejlesztését és a zöld energiára való átállást, illetve a védelmi és az űrszektor közötti együttműködést segíti elő. A tevékenységi köre további három területre osztható fel, amiért három osztály felel. Ezek az általános űrpolitika, a műholdas navigáció és a Föld-megfigyelés osztályai. Legfontosabb funkciói közé sorolható még az Európai Védelmi Alap (lásd később) felügyelete is.<sup>28</sup>

## Az európai űrinfrastruktúra elemei

### A Galileo és az EGNOS programok

Az amerikai GPS-rendszer európai megfelelője a 2016 óta működőképes Galileo globális helymeghatározó, navigációs és időmeghatározó rendszer (PNT).<sup>29</sup> Jelenleg 28 műhold alkotja, de a teljes rendszer 30 műholdból állhat majd. A Galileo által biztosított képesség mind biztonsági, mind gazdasági szempontból fontos, ezért az európai autonómia egyik alappillére mindkét területen.<sup>30</sup> Természetesen a lakosság és a gazdasági szereplők nem férnek hozzá az úgynevezett PRS<sup>31</sup>-szolgáltatáshoz, amely állami/katonai minőségű adatokat biztosít. Ez utóbbit a védelmi és rendvédelmi szervek, valamint a különböző kutató- és mentőalakulatok vehetik igénybe. A programot teljes mértékben az Európai Unió finanszírozza (akárcsak a Kopernikuszt), az EUSPA és a DG DEFIS egyik osztálya felügyeli, ugyanakkor a rendszer fenntartója az ESA. A Galileo kiegészítője egy annak pontosságát javító rendszer, a 2009 óta három műhoddal, 40 helymeghatározó állomással és két

<sup>27</sup> Directorate General for Defence and Space Industry - DG DEFIS.

<sup>28</sup> European Commission: DG Defence Industry and Space, [https://commission.europa.eu/about-european-commission/departments-and-executive-agencies/defence-industry-and-space\\_en](https://commission.europa.eu/about-european-commission/departments-and-executive-agencies/defence-industry-and-space_en) (A letöltés ideje: 2024. 01. 23.)

<sup>29</sup> Positioning, Navigation, Timing - PNT.

<sup>30</sup> European Commission: About Galileo, [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/galileo\\_en](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/galileo_en) (A letöltés ideje: 2024. 01. 23.)

<sup>31</sup> Public Regulated Service - PRS.



irányítóközponttal működő Európai Geostacionárius Navigációs Lefedési Szolgáltatás (EGNOS).<sup>32</sup>

## Kopernikusz-program

A program az Európai Unió Föld-megfigyelési programja. A Kopernikusz-program céljainak megvalósításában jelenleg hat alprogram alá betagozott úgynevezett Sentinel műholdak találhatóak, illetve más programokhoz sorolt műholdak adatait is felhasználják kiegészítésként. A szolgáltatás hat tevékenységi és kutatási területen nyújt kiemelt támogatást – ezek a következők: légköri, tengerészeti, szárazföldi, klímaváltozási, biztonsági, vészhelyzeti. A Kopernikusz segíti a döntéshozók és a hatóságok munkáját a normál napi működés, de vészhelyzetek esetén is, s ezzel párhuzamosan az EU igyekszik gazdaságélénkítésre is felhasználni a kapott információkat.<sup>33</sup>

## Az Európai Unió Kormányzati Műholdas Kommunikáció programja (EU GovSatCom)<sup>34</sup>

Már 2014-ben megfogalmazódott a már meglévő, de fragmentált európai kommunikációs infrastruktúra egységesítése és olyan továbbfejlesztése, ami már kompatibilis elemekből áll és közös irányba tart, végeredményeképpen pedig létrejön egy, az EU-tagállamok rendelkezésére álló biztonságos műholdas kommunikációs rendszer. A GovSatComtól elvárt képességek három fő területen nyújtanak támogatást: felderítés/megfigyelés, válságkezelés és a kritikus infrastruktúra védelme. Utóbbihoz tartozik a diplomáciai hálózat, a közlekedési hálózat, sőt a Galileo- és a Kopernikusz-rendszer is. A program kiépítését több fázisban hajtják végre, az első lépés a tagállamok már meglévő kommunikációs képességeit hangolja össze, s ez képezi majd a fejlesztések alapját. Az EDF által is támogatott projekt első fázisa 2025 novemberéig tart, ezt követően indul a további fejlesztés. A program fő jellemzője, hogy a biztonsági alkalmazás miatt a kritériumok sokkal szigorúbbak, mint egy polgári és gazdasági célokra alkalmas rendszer esetében.<sup>35</sup>

<sup>32</sup> European Geostationary Navigation Overlay Service – EGNOS; European Commission: EGNOS, [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/egnos\\_en](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/egnos_en) (A letöltés ideje: 2024. 01. 23.)

<sup>33</sup> European Commission: Copernicus, [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/copernicus\\_en](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/copernicus_en) (A letöltés ideje: 2024. 01. 23.)

<sup>34</sup> Government Satellite Communications – GovSatCom.

<sup>35</sup> European Defence Agency (2023): Governmental Satellite Communications, [https://eda.europa.eu/what-we-do/all-activities/activities-search/governmental-satellite-communications-\(govsatcom\)](https://eda.europa.eu/what-we-do/all-activities/activities-search/governmental-satellite-communications-(govsatcom)) (A letöltés ideje: 2024. 01. 20.)

## Az IRIS<sup>2</sup> program<sup>36</sup> vagy más néven a Biztonságos Kapcsolat Program<sup>37</sup>

A program ötlete már egy ideje napirenden volt az európai döntéshozók körében, különösen a Starlink sikerei és más aktorok hasonló terveinek bejelentése után. Valós lehetőséggé vált, hogy Európa lemarad ennek az új szolgáltatásnak a kiépítésében, főleg azt figyelembe véve, hogy az alacsony Föld körüli pályák nem telíthetők a végtelenségig. Az utóbbi években konkrét lépések is történtek a megvalósítás érdekében, és a korábban Biztonságos Kapcsolat néven ismert projekt kivitelezése felgyorsult. Az Európai Bizottság 2022 februárjában javasolta az IRIS<sup>2</sup> program 2023 és 2027 közötti megvalósításának szabályozását. Az azt követő megbeszélés legnagyobb eredménye egy 2,4 milliárd eurós keretösszeg megszavazása volt, a legújabb európai műholdkonstelláció kifejlesztésére. A GovSatCommal ellentétben és annak egyfajta továbbfejlesztéseként az IRIS<sup>2</sup> portfóliójának része lesz a biztonságos üzleti és polgári kommunikáció, továbbá a széles sávú és nagy sebességű úrbázisú internetszolgáltatás is. Mindez úgy valósul meg, hogy a kormányzatok továbbra is képesek lesznek a konstellációt biztonsági és védelmi célokra használni. A rendszert összekapcsolnák a Kopernikus- és a Galileo-hálózatokkal, így sokkal több és részletesebb adatra tehetnek majd szert. A tervek szerint 2025-ben indulna a kezdeti szolgáltatások biztosítása, míg 2028-ra már szeretnék elérni a kvantumrejtjelezéssel ellátott teljes kapacitást.<sup>38</sup>

## Világűr Helyzetismereti Program (SSA)<sup>39</sup>

A Föld, illetve a bolygónkat körülvevő űrkörnyezet biztonságának garantálásához, valamint az űrforgalom irányításához elengedhetetlen képesség a világűr-helyzetismeret (SSA). Az európai szereplők részvételével működtetett program az egyik legfejlettebb a világon. Három alterületre osztható: mesterséges objektumok nyomon követése (SST)<sup>40</sup>, Földet megközelítő természetes objektumok (NEO)<sup>41</sup> megfigyelése, illetve az űridőjárás-megfigyelés (SWO)<sup>42</sup>. A három alprogram közül az SST felel a több millió darabra tehető űrszemét és az aktív műholdak követéséért is. Az SST teszi lehetővé,

<sup>36</sup> Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellites – IRIS2.

<sup>37</sup> Secure Connectivity.

<sup>38</sup> Observer: Copernicus gets sibling-IRIS2, the new EU Secure Communication Constellation, <https://www.copernicus.eu/en/news/news/observer-copernicus-gets-sibling-iris2-new-eu-secure-communication-constellation> (A letöltés ideje: 2024. 01. 07.)

<sup>39</sup> Space Situational Awareness – SSA.

<sup>40</sup> Space Situational Tracking – SST.

<sup>41</sup> Near Earth Objects – NEO.

<sup>42</sup> Space Weather Observation – SWO.



hogyan az EU képes legyen az ütközéseket előre jelezni,<sup>43</sup> felügyelje az űreszközök atmoszférába való visszatérését és az űrszemét keletkezését. Mivel a technológia duális felhasználású, elvileg katonai-védelmi célok érdekében is felhasználható. Ezen képességek kiépítése és integrálása – a tagállami törekvéseken kívül – olyan programok feladata, mint az EU-SSA-N (lásd később). A NEO megfigyelő program a Földre potenciálisan veszélyes több száz aszteroida követését jelenti. Az SWO pedig olyan jelenségeket figyel, mint a naptevékenység során keletkező koronakilökédek vagy más, a földi technológiát és életet veszélyeztető események. Más országok is rendelkeznek hasonló képességekkel, és közös érdek az információk megosztása, valamint az általánosan elfogadott szabályozás kidolgozása.

## Közös európai fejlesztési programok és ügynökségek

### Európai Védelmi Ügynökség (EDA)<sup>44</sup>

Az EDA 2004-ben kezdte meg működését a következő célokkal: a tagállami és az uniós védelmi K+F stimulálása; az európai politikai szféra és a haderők közötti kapcsolat javítása; a védelmi ipar erősítése. Fennállása óta több mint 250 K+F programot indítottak megközelítőleg egymilliárd eurós összköltségvetéssel. Az EDA egyedi szervezeti egységei a Képesség Technológiai Csoportok<sup>45</sup>. Ezek keretében vállalatok, kutatási intézmények és szakértők szabadon együttműködhetnek. Az EDA évenként jelentéseket ad ki (CARD) és a változások kiértékelése után további javaslatokat tesz. A szervezet számára a világűrrel kapcsolatban megjelölt négy fő irány a műholdas kommunikáció, a Föld-megfigyelés, továbbá az SSA- és PNT-képességek. Az EDA szorosan együttműködik az Európai Védelmi Alappal (EDF) és a PESCO-projektekkel is.<sup>46</sup>

### Európai Védelmi Alap (EDF)<sup>47</sup>

A szervezet 2017-ben kezdte meg működését, s azóta az egyik kulcsszereplővé vált Európán belül a védelmi K+F és innováció területén. Fontos célkitűzés a tagállamok fejlesztési tevékenységének összekapcsolása, az európai fragmentált, sokszor duplikációkhoz vezető programok redukálása, valamint a közös erőfeszítéseken keresztül az integráció javítása. Az alap

<sup>43</sup> Collision Avoidance – CA.

<sup>44</sup> European Defense Agency – EDA.

<sup>45</sup> Capability Technology Groups – CapTechs.

<sup>46</sup> European Defence Agency: Space, <https://eda.europa.eu/what-we-do/capability-development/space> (A letöltés ideje: 2024. 01. 05.)

<sup>47</sup> European Defence Fund – EDF.



2021-ben kezdte meg működését, és a 2021–2027-es időszakra költségvetése 7,953 milliárd EUR összegű. A források további két nagy csoportra tagolhatók: 2,7 milliárd EUR összeget különítettek el a közös védelmi kutatásokra, míg 5,5 milliárd EUR a közös képességfejlesztés nemzeti finanszírozásának támogatására szolgál. Az alap a kifejlesztett felszerelések beszerzését azonban már nem finanszírozza, ezt a tagállamoknak kell megoldaniuk. Az EDF lehetőséget ad a PESCO-projektek (lásd később) kiegészítő finanszírozására, ami a költségek maximum 10%-át fedezheti.

Az EDF – mint a korábbi években mindig – 2023-ban is meghirdetett űrképességek fejlesztésével kapcsolatos pályázatokat. Az EDF-2023-RA-SPACE-PSA a világűr-bázisú eszközöket érintő fenyegetések felmérése és elhárítására vonatkozott, míg az EDF-2023-DA-SPACE-SSA program a világűr-helyzetismeret műveleti kapacitásait fejleszteni. A két program összesen 125 millió eurós támogatást kaphat.<sup>48</sup>

## Állandó Strukturált Együttműködés (PESCO)<sup>49</sup>

A PESCO-projektek a közös európai biztonság- és védelempolitika megteremtésének eszközei. A program céljai között szerepel a tagállamok együttműködésének szorgalmazása, a stratégiai autonómia felé törekvés és a tagállamok fegyverrendszerei közötti kompatibilitás javítása. A részt vevő államok K+F tevékenysége az egész EU hasznára válik, továbbá az eredményeket elérhetővé teszik a NATO számára is. A PESCO keretein belül jelenleg négy világűrrel kapcsolatos projekt fut:

EU Rádió navigációs Megoldás (EURAS)<sup>50</sup> – a projekt célja az európai haderők PNT-képességeinek fejlesztése és összehangolása, amihez a Galileo és az általa biztosított PRS-szolgáltatás adja a technikai hátteret. A projektvezető Franciaország, s mellette Németország, Olaszország, Spanyolország, Belgium és Lengyelország vesz részt a projektben.

Európai Katonai Világűr megfigyelési Hálózat (EU-SSA-N)<sup>51</sup> – itt nem a polgári SSA-képességek megteremtése a lényeg, hanem az EU katonai szintű világűr-helyzetismereti képességének létrehozása, habár ez civil elemekre is támaszkodna és egyúttal NEO-észlelésre is alkalmas lenne. A program koordinátora Olaszország, s tagként vesz részt benne Franciaország, Németország és Hollandia.

<sup>48</sup> European Commission: Commission Implementing Decision of 21.6.2023, [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/document/download/bbde51be-3a92-48f8-94e4-93939bf91e1c\\_en?file-name=EDF%20Work%20Programme%202024%20Part%201.pdf](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/document/download/bbde51be-3a92-48f8-94e4-93939bf91e1c_en?file-name=EDF%20Work%20Programme%202024%20Part%201.pdf) (A letöltés ideje: 2024. 01. 19.)

<sup>49</sup> Permanent Structured Cooperation – PESCO.

<sup>50</sup> EU Radio Navigation Solution – EURAS.

<sup>51</sup> European Military Space Surveillance Awareness Network – EU-SSA-N.



Közös Kormányzati Képkalkotói Központ (CoHGI)<sup>52</sup> – a sikeres befejezés esetén az államok és intézmények képesek lesznek egy közös platformon megosztani a titkosított felvételeket egymással. A koordinátor Németország mellett társultan szerepel a projektben Franciaország, Spanyolország, Hollandia, Luxemburg, Ausztria, Litvánia és Románia.

Az űreszközök védelme (DoSA)<sup>53</sup> – a Franciaország által koordinált projekt az EU világűr-rezilienciáját hivatott fejleszteni, beleértve a műveleti hatékonyságot, az űrbéli manőverezőképességet és a kiképzés minőségét. A további fejlesztési partnerek között megtalálható Németország, Olaszország, Ausztria, Lengyelország, Portugália és Románia.<sup>54</sup>

Magyarország egyik projektben sem vesz részt, azonban az eredmények a NATO révén hozzáférhetőek lesznek hazánk számára is, miután a szellemi tulajdonnal kapcsolatos szabályozás megszületik.

## Kihívások Európa számára

A megbízható, európai gyártású *Ariane-5* hordozórakéta 1996-tól volt aktív használatban, ám 2023. július 5-én utoljára repült. Az utódjának szánt *Ariane-6* tesztelése és így üzembeállítása azonban már évek óta csúszik. Az Arianespace honlapján 2024 januárjában még mindig a 2023-ra előirányzott első repülés szerepel. Az eredeti tervek szerint 2020-ban lett volna az első repülése, ám műszaki nehézségek és a Covid-járvány okozta problémák miatt ezt nem sikerült tartani. A 2023. decemberi hírek szerint az első repülésre 2024. június 15. és július 31. között kerül sor keríteni (a rakétát 2024. július 9-én indították – A szerk.).<sup>55</sup> Az *Ariane-6* rakéta más tekintetben is fejtörést okoz az európai döntéshozóknak, ugyanis nem újrafelhasználható. Emiatt komoly nehézséget okoz az indítási költségek annyira alacsonyan tartása, ami vonzóbb piaci feltételeket kínálna az olyan riválisokhoz képest, mint a SpaceX vagy a Blue Origin. E két ok miatt az európai részesedés az űrrakétaindítások piacán csökken. Egy átmeneti megoldás gyanánt az úgynevezett Indítási Szövetség (Launcher Alliance) merült fel. Az ebben részt vevő európai államok szándékosan az *Ariane*-hordozórakétákat választják saját küldetéseik végrehajtására, még akkor is, ha ez a lehetőség többbe kerül, így biztosítva egy stabil bevételi forrást a cég számára. Vannak törekvések arra, hogy ezt a po-

<sup>52</sup> Common Hub for Governmental Imagery – CoHGI.

<sup>53</sup> Defence of Space Assets – DoSA.

<sup>54</sup> Permanent Structured Cooperation: News & Documents. Space, <https://www.pesco.europa.eu/> (A letöltés ideje: 2024. 01. 23.)

<sup>55</sup> Elizabeth Howell: 1st launch of Europe's Ariane 6 rocket finally has June 2024 launch target, <https://www.space.com/1st-ariane-6-rocket-launch-june-2024-target> (A letöltés ideje: 2024. 01. 13.)

litikát még 2028 előtt véglegesítsék.<sup>56</sup> Ez a megoldás azonban csak átmeneti lehet, és egyes államok a minél előbbi visszatérést szorgalmazzák a verseny által ösztönzött piaci viszonyokhoz, mivel ez fokozza igazán az innovációt. Németország például a 2023-ban megjelent űrstratégiájában (Weltraumstrategie) jelzi, hogy támogatja az *Ariane-6* és a *Vega*-rakéták használatát, ám a jövőben át kell térni egy olyan rendszerre, amiben a piaci szereplők döntenek.<sup>57</sup> Ez Németország számára azért is kedvezőbb lenne, mert több indítással és saját rakétáik fejlesztésével foglalkozó vállalat található az országban.

A második probléma az európai emberes űrutazási képességek hiánya. Jelenleg egyetlen európai állam sem képes önállóan embert juttatni a világűrbe, így külföldi szolgáltatókra vannak utalva. Ez azonban egy olyan képesség, ami szükséges a valódi űrhatalommá váláshoz, és csak így lenne lehetséges az Egyesült Államok, Oroszország és Kína szintjére emelkedni. Továbbá ugyancsak ez a képesség tenné lehetővé a stratégiai autonómia világúralapjának megteremtését. Jelenleg azonban a stratégiai autonómiához szükséges képességek nem állnak rendelkezésre. Ám mivel az európai vezetők sokkal inkább tudatában vannak a kontinens biztonsági helyzetének és aggódnak miatta, logikus reakcióként az Egyesült Államok, valamint a NATO felé fordultak, hogy biztosítsák Európa számára a szükséges képességeket és garanciákat, ami viszont növeli a függést és ezáltal – rövid távon legalábbis biztosan – a stratégiai autonómia ellen hat. Ez csak tetézi azokat a problémákat, amelyek az egységes stratégiai tervezés és a források széttagoltsága miatt már amúgy is nehezítik a cél elérését.<sup>58</sup> Megjelenik ez a világűrképességek esetében is: például kínai rakéták nem nagyon jöhetnek szóba európai hasznos teher pályára állításánál, az oroszok pedig – válaszul az európai szankciókra – 2022 februárjában bejelentették, hogy kivonják *Szojuz* rakétáikat és az azt üzemeltető személyzetet a Francia Guyana területén található Kourou űrközpontból. Ezek helyettesítése azóta további feladatként jelentkezik. A háború okozta további kockázatot, s egyúttal az ellátási láncok sebezhetőségét példázza, hogy a *Vega* rakéták első fokozatát ukrán RD-843-as ukrán gyártmányú hajtóművekkel szerelték fel, ám ezek leszállítása bizonytalanra vált a háború miatt.<sup>59</sup>

<sup>56</sup> Aurélie Pugent: EU looks towards future space law, launcher alliance and threat awareness strategy, <https://www.euractiv.com/section/global-europe/news/eu-looks-towards-future-space-law-launcher-alliance-and-threat-awareness-strategy/> (A letöltés ideje: 2024. 02. 04.)

<sup>57</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Raumfahrtstrategie der Bundesregierung 2023, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/20230927-raumfahrtstrategie-breg.html>.

<sup>58</sup> Judy Dempsey: Judy Asks: Is European Strategic Autonomy Over? <https://carnegieeurope.eu/strategieurope/88838> (A letöltés ideje: 2024. 01. 04.)

<sup>59</sup> Jeff Foust: ESA weighs options for replacing Soyuz launches, <https://spacenews.com/esa-weighs-options-for-replacing-soyuz-launches/> (A letöltés ideje: 2024. 01. 04.)



Az európai államok és szervezetek ezenfelül kénytelenek megküzdeni az ellátási biztonság problémáival is. E fejezetben a terjedelmi korlátok miatt nem térhetek ki bővebben a kritikus, illetve stratégiai nyersanyagok és az űrképességek hatására, sem az európai csúcstechnológiai iparágak mikrocsip- és félvezetőellátásának sajátosságaira, mint ahogy arra sem, hogyan érintik ezeket a Kína által bevezetett exportkorlátozások. Így e helyen csupán a probléma meglétének jelzésére van lehetőség.

## Összefoglalás

Az európai űrtevékenység számos kihívással és problémával kénytelen szembenézni – igaz, a világűr kínálta lehetőségek ígéretesek. A nemzetállami szint feletti programok hatékonyságán még lehet javítani, ugyanakkor Európa láthatóan igyekszik létrehozni saját kapacitásait, az emberes űrrepülés, saját rakétaindítási képességek, az alacsony Föld körüli pályákra telepített kommunikációs műholdakból álló konstelláció terén. A cél elérése érdekében több szervezet tevékenykedik, az EU pedig igyekszik hatékonyabbá tenni a struktúrák működését, fokozni a tagállami kooperációt és csökkenteni a redundanciát. A stratégiai autonómia megteremtésének kísérlete a világűrben is megfigyelhető, ám annak megvalósítása egyelőre távolinak tűnik.

# Az űrszemét katonai alkalmazást korlátozó hatásai

*Edl András<sup>1</sup> – Gazdag Erika<sup>2</sup>*

*„Ha a Hold, midőn bejárja örökkévaló pályáját a Föld körül, öntudattal volna megáldva, mélyen meg volna győződve, hogy saját jószántából rója útját... ugyanígy egy Lény, aki nagyobb belátással és tökéletesebb intelligenciával volna megáldva, az embert és tetteit figyelve megmosolyogná azt az emberi illúziót, hogy a saját szabad akaratunk szerint cselekszünk.”*  
(Albert Einstein)

Egy augusztusi éjszakán, a hullócsillagok megfigyelésére is alkalmas, fényszennyezéstől mentes égbolton szabad szemmel több ezer fényes csillag, meteorraj, sőt még a Tejútrendszer is látható. Talán egy-két, küldetését befejezett műhold is feltűnik – noha ez csak parányi része annak a hatalmas mennyiségű kozmikus hulladéknak, amelynek többsége alacsony Föld körüli pályán kering. Az űrszemét mennyisége már a legelső mesterséges hold felbocsátása óta folyamatosan növekszik; három héttel a *Szputnyik-1* indítása<sup>3</sup> után már csupa űrszemét keringett bolygónk körül: a működésképtelen szovjet műhold és hordozórakétájának utolsó fokozata. Szűk és köznyelvi értelemben űrszemétnek tekintünk minden ember alkotta, keringési pályán maradt, megrongálódott vagy szétrobbant műholdat, űreszközt, ezek alkatrészeit, csavarokat, űrállomások hulladékzsákjait; űrhajón kívüli tevékenység, űrséta során elszabadult objektumokat. Tágabb értelemben azonban űrszemétnek számít a még üzemben lévő, de célját bármilyen okból betölteni nem képes műhold is. E kétféle értelmezés is bizonyítja, hogy az űrszemét jogi definiálása kulcsfontosságú.

## Meghatározások

A tudományos szakirodalom általánosan bevett fogalomként használja a *space debris*, *debris* vagy *space junk*, a német nyelvben *Weltraummüll* vagy a *Weltraumschrott*, a franciában a *débris spatiaux*, a spanyol nyelvben a

<sup>1</sup> *Edl András* kutató, doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Eötvös József Kutatóközpont, Világűrjog és -politika Kutatóintézet. E-mail: edl.andras@uni-nke.hu és edlandras@gmail.com.

<sup>2</sup> *Gazdag Erika* nemzetközi biztonság- és védelempolitikai szakértő, Honvéd Vezérkar, Vezérkari Iroda. E-mail: gazdag.erika@mil.hu.

<sup>3</sup> 1957. október 4.



*basura espacial*, az olasz nyelvű forrásokban pedig a *debriti spaziali* terminológiát. Leggyakrabban a „debris”-szel találkozunk, amely általában törmelék, roncsot jelent. A „space” jelzős szerkezettel kiegészítve az olyan űrobjektumok csoportját alkotja, amelyek már nem képesek hasznos feladatot betölteni, illetve amelyek immáron nem hozhatók újra működésképes állapotba, ennél fogva űrszemétnek tekintendők.<sup>4</sup>

Az űrszemét jogi értelemben vett meghatározása azonban összetettebb megközelítést alkalmaz, az Európai Világűrjogi Központ (ECSL) érvelése szerint műszaki-technikai megközelítésben az űrszemét attribútumainak leírása helyesebb a definícióval szemben. Az Egyesült Államokban a világűrjogi jogalkotás normaszövegezése a keletkezés körülményei alapján elhatárolja egymástól az *orbital debris* és a *space debris* fogalmakat, tekintettel arra, hogy előbbi emberi tevékenység eredményeként került orbitális pályára, míg utóbbit tágabban értelmezve kiterjeszti a nem emberi eredetű meteoritokra, amelyeket a köznyelv „űrtörmeléknek” nevez.<sup>5</sup>

A definíciós kísérletek 1988-ban kezdődtek,<sup>6</sup> amikor a napjainkban is működő egyik legrégebben alapított és máig is legrangosabbnak számító nemzetközi jogi tudományos társaság – a Nemzetközi Jogi Egyesület (ILA)<sup>7</sup> – világűrjogi bizottságát bízta meg az űrszemét kérdéskörét rendező, globális érvényű egyezmény tervezetének kidolgozásával. Az így készült dokumentumot (*Draft Instrument on the Protection of the Environment from Damage Caused by Space Debris*) 1994-ben az egyesület egyhangúlag elfogadta. Ebben a „debris” definíciója egyértelműen mesterséges, ember alkotta tárgyra vonatkozik.

Az Egyesült Nemzetek Szervezete Világűrbizottságának tudományos és technikai albizottsága által javasolt meghatározás ugyancsak jelentős definíciós kísérletnek tekinthető, amely szerint minden emberi tevékenységből származó, a Föld körüli pályán keringő vagy a légkörbe visszatérő, működési célját betölteni nem képes tárgy, köztük a törmelék is „*space debris*” érte-

<sup>4</sup> Almár Iván – Galántai Zoltán: *Ha jövő, akkor világűr*. Typotex Kiadó, Budapest, 2007, [https://ng.24.hu/tudomany/2009/07/22/az\\_urszemet\\_problemaja\\_1\\_resz/](https://ng.24.hu/tudomany/2009/07/22/az_urszemet_problemaja_1_resz/) (A letöltés ideje: 2023. 05. 22.); NASA Earth Observatory, <https://earthobservatory.nasa.gov/images/40173/space-debris> (A letöltés ideje: 2023. 05. 22.)

<sup>5</sup> Kecskés Gábor – Mihálka György: *Környezetvédelem és űrszemét*. In: *Világűrjog*. (szerk. Bartóki-Gönczy Balázs, Sulyok Gábor) Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022, 238.

<sup>6</sup> Az 1984-ben megjelent *Űrhajózási Lexikon* (szerk. Almár Iván, Horváth András), az első magyar nyelvű, űrhajózással, mesterséges égitestekkel és az ezeket célba juttató berendezésekkel, valamint a világűr kutatásával foglalkozó enciklopédikus mű még nem tartalmazott űrszemét szócikket.

<sup>7</sup> A Nemzetközi Jogi Egyesületet 1873-ban alapították a nemzetközi jog és a nemzetközi magánjog tanulmányozása, fejlesztése és tiszteletben tartásának előmozdítása céljából. Világszerte hatvanhárom nemzeti és regionális tagozata működik, és mintegy négyezer-hatszáz tagot számlál. Magyar vonatkozású sikert is elkönnyelhetünk a magas presztízsű bizottságban: 2021-ben Simon Attila kinevezésével – aki az ELTE Állam- és Jogtudományi Kar Nemzetközi Jogi Tanszékén magyar és külföldi hallgatók részére tanít nemzetközi légi- és világűrjogot – a Világűrbizottságban hazánk is képviselőre jutott.

leben vett űrszemétnek minősíthető.<sup>8</sup> A definíció hiányossága, hogy egyfelől nem foglalja magában a felbocsátás során meghibásodott és még a légkörből visszahulló tárgyakat, másfelől az albizottság definíciós irányelve nem rendelkezik kötelező erővel a tagállamokra nézve.

A világűrre vonatkozó szerződésekben a bevett terminológia a *space object*, amely nem tesz egyértelmű különbséget az űrszemét és az űrobjektum között, ebből fakadóan mindenre, amit *space object*ként írunk le, a szerződések szabályozása lesz irányadó. A kifejezést a kárfelelősségi egyezmény és a regisztrációs egyezmény is ugyanúgy határozza meg: az „űrobjektum” magában foglalja annak alkotóelemeit, köztük a hordozórakétát és részeit is. A terminológia teret enged a téves értelmezéseknek, mivel az űrobjektum „életciklusában” bekövetkezett változásokat, a működőképessége és a felbocsátó állam szempontjából vizsgált használati értéket (tudományos megfigyelés, katonai felderítés vagy információátvitel) külön nem jelöli. Működésképtelennek tűnhet egy (átmenetileg) inaktív objektum, amelyet csak egy későbbi időszakban terveznek beindítani, vagy része egy kísérletnek, ezért nem kívánja a küldő állam a légkörébe visszaléptetni.

A Világűrszerződés VII. cikke a felbocsátó állam űrobjektuma és az annak tartozékai által okozott károk vonatkozásában nemzetközi felelősségről rendelkezik, ennél fogva az űrszeméthez kapcsolódó esetekben a cikk rendelkezései – *de jure* – megkerülhetetlenek. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy az említett szerződés VIII. cikke szerint „a nyilvántartó állam fenntartja a joghatóságát és ellenőrzési jogát a felbocsátott űrobjektum felett, ami azt jelenti, hogy főszabály szerint csak a felbocsátó állam határozhatja meg az állapotát egy űreszköznek. [...] Az űrobjektumok tulajdonáról szóló VIII. cikk alapján a világűrbe felbocsátott objektumok és alkotórészeik tulajdonjogát nem érinti az, hogy hol tartózkodnak.”<sup>9</sup>

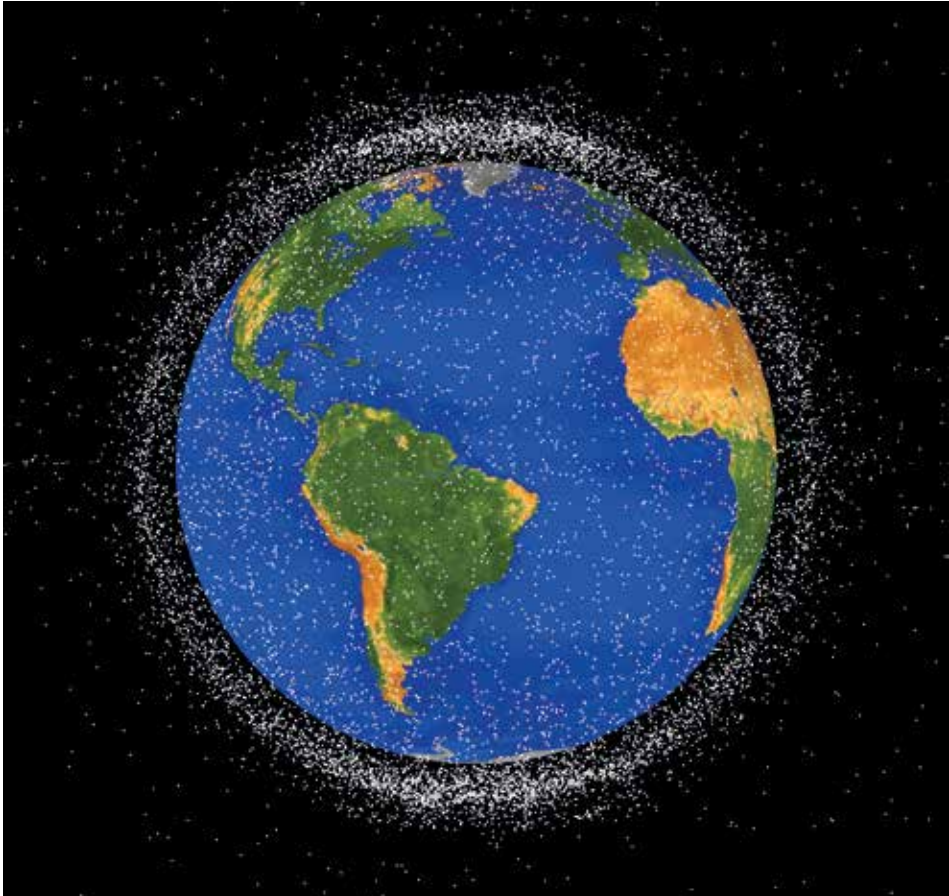
Az űrszemét pusztán technikai szempontú leírása – mely szerint olyan űrtárgyakat jelent, amelyek nem képesek működésre, továbbá újraindításuk nem lehetséges – csak részben fedi le a helyes értelmezést; a pontos definíció kulcsfontosságú komponense a kifejezés használatáról való formális döntés; mi több, ezzel lehet egzakt módon elhatárolni az űrszemétet a többi objektumtól.<sup>10</sup>

Összegezve: minden olyan orbitális vagy orbitális célú mozgást végző, mesterséges eredetű tárgyat, amely a felbocsátó állam számára hasznosíthatatlan,

<sup>8</sup> Technical Report on Space Debris, <https://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov> (A letöltés ideje: 2023. 07. 20.)

<sup>9</sup> Kecskés- Mihálka: i. m. 239.

<sup>10</sup> Luboš Perek: Management Issues Concerning Space Debris. In: Proceedings of the Fourth European Conference on Space Debris, Darmstadt, Germany, 18-20 April 2005. ESA SP-587, August 2005. 588, <https://conference.sdo.esoc.esa.int/proceedings/sdc4/paper/36/SDC-paper36.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 07. 21.)



Globális űrszeméthyelyzet az alacsony Föld körüli pályán (© NASA)

űrszeméthynek nevezzük.<sup>11</sup> A technikai fejlődés fokozott ütemét tekintve elképzelhető, hogy a jövőben egy űrszeméthyé váló műholdat vagy más űreszközt egy másik felbocsátó állam megjavít, így az újra aktiválható állapotba kerül. Jelenleg a Föld körüli pályán keringő mesterséges eredetű űrtörmelékeknek és űrszeméthynek a globális érvényű, releváns nemzetközi világűrjogi szerződésekben nincs egységesen elfogadott kötelező jelentése. Ma több állam vonatkozásában, a nemzetközi jogoktól elválasztva pusztán egyetlen pontos jogi meghatározás ismert: az, amelyet nemzetközi szervezetként az Európai Unió alkotott 2021-ben. A definíció szerint űrszeméthy „minden olyan Föld körül keringő vagy a Föld légkörébe visszatérő űrobjektum, beleértve az űreszközöket és azok darabjait és elemeit is, amely működésképtelen vagy már

<sup>11</sup> Mihálka György Sándor: Debris a világűrjog és a környezetvédelmi jogi alapelvek tükrében. In: Űrtan Évkönyv 2008-2009. Asztronautikai Tájékoztató, 2010. 75.



nem szolgál konkrét célt, ideértve a rakéták és a műholdak részeit és a nem működő műholdakat is.”<sup>12</sup> E definíció azonban szintén nem tekinthető globálisan érvényesnek, mivel csak az Európai Unió jelenlegi 27 tagországára vonatkozik.

A nemzetek szintjén nagyobb mozgástér van az űrszemét és általában a hulladék szabályozására. Hazánkban a jogforrások túlnyomó része bármilyen „szemét” esetében a „hulladék” terminológiát alkalmazza, ennek megfelelően a jelenleg hatályos, hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény<sup>13</sup> is a hulladék szót és az azzal kapcsolatos kifejezéseket tartalmazza. Fontos megjegyezni, hogy a 2021. augusztus 18-án megjelent 108 oldalas dokumentum, Magyarország Űrstratégiája konkrétan definiálja az „űrszemét” fogalmát: „[...] Más néven kozmikus hulladék, mindazon mesterséges eredetű tárgyakat soroljuk ide, amelyek a világűrben keringenek, és már nem hasznosíthatók és nem hozhatók működőképes állapotba.”<sup>14</sup>

A fentiek jól szemléltetik az űrszemét definiálását célzó nemzetközi és hazai törekvéseket, és amíg a globális világűrjogi, kötelező erejű normákból még hiányzik az egységesen leírt és értelmezett fogalom, csak az Európai Unió mint regionális szervezet meghatározása, valamint a nemzeti szintű szabályozókban fellelhető tudományos-szakmai definíciós kísérletek nyújthatnak segítséget a kulcsfontosságú fogalom meghatározásában.<sup>15</sup>

## Az űrszemét eredete

2024 szeptemberében a rendszeresen követett és katalogizált űrszemétdarabok száma 36 680-ra tehető. Ugyanakkor eseti megfigyelések és matematikai modellek alapján, ha figyelembe vesszük a parányi darabokat – például lencsevédő burkolatokat, leváló szigeteléseket, vagy az összeütköző tárgyakból, robbanásokból származó szilánkokat –, akkor ez a szám több millióra emelkedik. Ha számításba vesszük a keringési sebességet, akkor az űrkörnyezetben található szinte minden törmelék veszélyt jelenthet a jelenleg ép és működőképes űrrendszerekre. Mivel a sugárzás hatásai és az egyre több résztvevővel folytatott tevékenység bővülése miatt a törmelékek mennyisége exponenciálisan nő, az űrrel fennálló és fenntartható kapcsolatot, valamint az űrhöz való hozzáférhetőséget egyre nagyobb veszély fenyegeti.

<sup>12</sup> Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2021/696 rendelete (2021. április 28.) az uniós űrprogram és az Európai Unió Űrprogramügynökségének a létrehozásáról, valamint a 912/2010/EU, az 1285/2013/EU és a 377/2014/EU rendelet és az 541/2014/EU határozat hatályon kívül helyezéséről, <https://jogkodex.hu/doc/5820158> (A letöltés ideje: 2023. 07. 22.)

<sup>13</sup> Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv> (A letöltés ideje: 2023. 07. 22.)

<sup>14</sup> Magyarország Űrstratégiája. (A letöltés ideje: 2023. 07. 22.)

<sup>15</sup> Kecskés – Mihálka: i. m. 240.



Érdeemes megvizsgálni hogyan kerülhetett a világűrbe – amely az űrhajósok és a Hubble űrteleszkóp által készített felvételeken végtelenül nyugodtnak és rendezettnak tűnik – ilyen „égtelen” mennyiségű űrszemét. A *Szputnyik-1* 1957-es pályára állítása nemcsak az űrkorszakot, hanem az ember alkotta űrszemetet is megteremtette. Az első darab a szovjet műholdat felbocsátó rakétafokozat, a második pedig hamarosan a műhold volt, ami egyben rávilágított arra is, hogy szükség van az űrben lévő objektumok ellenőrzésére. Ez a felismerés arra készítette az Egyesült Államok légierijét (USAF), hogy létrehozza a Project Space Track<sup>16</sup> nevű rendszert, amely a külföldi országok mesterséges űrobjektumait és a belföldről indított űreszközöket egyaránt észlelte és követte. A tudományos kíváncsiság és a hírszerzés iránti igény egyszerre ösztönözte az Egyesült Államokat abban a törekvésében, hogy feltárja és megértse ezt az új és ismeretlen területet. Hamarosan korai előre jelző radarok (EWR) hálózatát hozták létre, hogy megfigyeljék az eget a potenciálisan közeledő nukleáris rakéták észlelése céljából. Ez a megfigyelőrendszer segített a haderőnek különbséget tenni a pályán keringő, de fenyegetést nem jelentő objektumok és a pálya alatt mozgó ballisztikus fegyverek között. Az összegyűjtött információkból nyilvántartást készítettek, amely betekintést nyújtott a műholdak várható útvonalába.

Az 1960-as években az űrtevékenység élénkülése – az indításoktól kezdve a műholdelhárító fegyverek (ASAT) tesztelésén át a régi űreszközök felrobbantásáig – jelentősen hozzájárult az orbitális törmelék halmozódásához.<sup>17</sup> További kezdeményezések indultak a pályára állított és pályán maradt űreszközök nyomon követésének biztosítására. Ezek a projektek, mint például az Észak-amerikai Légtérvédelmi Parancsnokság (NORAD) űrobjektum-nyilvántartása a Project Space Track által létrehozott alapokon igyekeztek javítani. Az adatbázisban szereplő akkori rekordok száma 1961. június 29-én majdnem megháromszorozódott, amikor egy Thor-Ablestar rakéta felső fokozata felrobbant.<sup>18</sup> Ez az incidens volt a valaha történt első műholdszéthullás, amely több mint 200 katalogizált darabot eredményezett. Az évek során a jegyzékbe vett űrszemétdarabok, valamint a nyomkövetéshez túlságosan apró szilánkok száma folyamatosan emelkedett. 1978-ban a NASA tudósai, Donald J. Kessler és Burton Cour-Palais publikáltak egy nagy hatású tanulmányt, amely megjósolta a Kessler-szindrómát (más néven Kessler-effektust): azt a pontot, amikor a világűrben az alacsony Föld körüli pályán keringő és egymással összeütköző szemétdarabok egyre nagyobb valószínűséggel további szemétdarabokat eredményeznek. A tanulmány rámutat arra, hogy

<sup>16</sup> Magyarul: Űrpálya-őr.

<sup>17</sup> A Brief History of Space Debris, <https://aerospace.org/article/brief-history-space-debris> (A letöltés ideje: 2023. 07. 23.)

<sup>18</sup> The Space Report: Data Infrastructure Archives, <https://www.thespacereport.org/?taxonomy=topic&term=infrastructure-interactive-tables-and-charts> (A letöltés ideje: 2023. 07. 25.)

az alacsony Föld körüli pályán lévő űrszemét „populációja” egy kritikus sűrűséget meghaladva már olyan ütközéseket produkál, amelyek valószínűsége egyre inkább elkerülhetetlen lesz.<sup>19</sup> Ennek következtében az űrhajózás és a műholdak működtetése akár évtizedekre lehetetlenné válhat.<sup>20</sup>

A két tudós munkája és az űrtevékenység fellendülése következtében az űrszemét problémaköre és jelentősége további figyelmet kapott. Az 1970-es évek végén és az 1980-as években a kozmikus törmelékkel kapcsolatos űrtevékenységek sorozata, valamint az ilyen események megfigyelésére és a velük kapcsolatos gondolkodásra irányuló programok létrehozása egyidejűleg nőtt. A NASA például nem sokkal a *Koszmosz-954* és a *Skylab* 1977-es, illetve 1979-es látványos visszatérése után hozta létre 1979-ben a máig működő űrszemét Program Hivatalát (ODPO).<sup>21</sup> A Houstonban, a NASA Johnson Űrközpontban (Johnson Space Center) található ODPO 1987-ben kezdte meg az űrszeméttel kapcsolatos egyeztetéseket az Európai Űrügynökséggel, és ez a párbeszéd idővel más ügynökségeket is bevont a diskurzusba. Az 1980-as években létrehozták a Légierő űrszemét-kutatási programját (Air Force Space Debris Research Program), mivel az űrszemét keletkezését előidéző események száma szüntelenül nőtt. A kutatási program a *Delta* rakétarendszerek többszörös széttörései indult, és az Egyesült Államok belekezdett az ASAT-tesztelési tevékenységekbe. 1993-ban megalakult az Űgynökségközi űrszemét Koordinációs Bizottság (IADC). Ez a nemzetközi fórum az űrszemét és az azzal kapcsolatos kockázatok kezelésére vonatkozó iránymutatások kidolgozására és koordinációs erőfeszítések végrehajtására törekszik. A kérdéssel szülő többoldalú párbeszéd kialakítása tehát mindenképpen időszerűnek bizonyult. Mindeközben a The Aerospace Corporation az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején elkezdte kifejleszteni az IMPACT nevű törésmodellező kódot és a DEBRIS nevű ütközésveszély-értékelő eszközt. A vállalat előrelátása és e képességek kifejlesztése lehetővé tette az Aerospace számára az első közel valós idejű kockázatelemzést, amikor egy űrsikló átrepült a NASA és a Ballisztikus Rakétavédelmi Szervezet (BMDO)<sup>22</sup> *Clementine* névre keresztelt űrszondája indítórakétájának 1994. január 25-ei szétválása során keletkezett űrszemétfelhőn.<sup>23</sup> Két évvel később történt az első ismert ütközés két nyomon követett objektum között, egy francia műhold és egy majdnem egy évtizeddel korábban felrobbant francia rakéta törmelékei ütköztek. Felismerve az űrkörnyezet ezen aspektusának egyre növekvő fontosságát, az Aerospace 1997-ben

<sup>19</sup> Kessler-szindróma, <https://www.businessinsider.com/space-junk-at-critical-density-2015-9> (A letöltés ideje: 2023. 07. 26.)

<sup>20</sup> A Kessler-szindróma, [https://bolyongo.hu/doku.php?id=passport:a\\_kessler-szindróma](https://bolyongo.hu/doku.php?id=passport:a_kessler-szindróma) (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)

<sup>21</sup> NASA Orbital Debris Program Office, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)

<sup>22</sup> Ballistic Missile Defense Organization - BMDO.

<sup>23</sup> Clementine Spacecraft, <https://www.britannica.com/topic/Clementine-spacecraft> (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)



létrehozta a Föld Körüli Pályára Kerülő és Visszatérő Törmelékkel Foglalkozó Központot (CORDS), hogy összefogja és koordinálja a belső tevékenységeket, valamint központi kapcsolattartási pontot biztosítson a külső megkeresésekre. A CORDS tehát az 1990-es évek vége óta nyilvános előrejelzéseket ad a visszatérésekről, adatbázisa 2000 óta dokumentálja a Föld légkörébe visszatéró űrhajókat és egyéb űrobjektumokat.

A politika is reagált az egyre égetőbb kérdésre: az Egyesült Államok kormánya a Nemzeti Űrügynökség irányelvei alapján 2001-ben kiadta az Űrszemét csökkentését célzó szabványos eljárások (ODMSP)<sup>24</sup> című dokumentumot, amely hivatalos kormányzati iránymutatásként szolgál az űrszemét mennyiségének visszaszorításában.<sup>25</sup> A dokumentumot 2019-ben felülvizsgálták. Több más ország is bevezetett hasonló intézkedéseket, és az IADC is hasonló nemzetközi iránymutatást adott ki.

Napjaink tudománya és a szakértők úgy vélik, hogy az egyes műholdak űrbe telepített megakonstellációknak, például az Elon Musk-féle Starlink projektnek hamarosan pusztító következményei lehetnek. Pedig régóta léteznek megoldások, vagy legalábbis tervek a Kessler-szindróma elkerülésére. „Valójában félelmetes lehetőség” – állítja Sabine Klinkner, a stuttgarti egyetem űrrendszer-intézetének professzora – „Az ilyen szatellitrendszerek üzemeltetőinek gondoskodniuk kell arról, hogy a műholdjaiknak csupán minimális hányada hibásodhasson meg. De ha a több ezer műholdra gondolunk, akkor elkerülhetetlenül a Kessler-effektus felé tartunk.”<sup>26</sup> Donald J. Kessler vészjósló nyilatkozata szerint, ha nem találunk megoldást arra, hogyan hozzuk vissza a már nem működő műholdakat, hatalmas probléma elé nézünk. „30 000 kilométeres sebességgel száguldó, óriási probléma elé” – fogalmazott a NASA vezető kutatója.<sup>27</sup>

## A közelmúlt eseményei

A fenti felsorolt eseményeken kívül az űrszemét mennyiségének növekedését okozó események közül a műholdelhárító (ASAT-) kísérletek voltak a legsúlyosabbak. Több millió, de nyomkövetésre nem alkalmas részecske lehet a robbanó-

<sup>24</sup> Forrás: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/07/07-2022-NATIONAL-ORBITAL-DEBRIS-IMPLEMENTATION-PLAN.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 07. 30.)

<sup>25</sup> NASA: Orbital Debris Program Office – Debris Mitigation, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/mitigation/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 30.)

<sup>26</sup> Space-X Satelliten zu einer Katastrophe, <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/raumfahrt/starlink-warum-die-spacex-satelliten-zu-einer-katastrophe-fuehren-koennten/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 29.)

<sup>27</sup> Space Junk, [https://www.huffpost.com/entry/space-junk-donald-kessler\\_n\\_3983899](https://www.huffpost.com/entry/space-junk-donald-kessler_n_3983899) (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)

szerkezetek felbomlásának vagy ASAT-teszteknek a következménye, a nagyobb darabok száma is ezres nagyságrendben mérhető. Az *Ariane-1* 1986-os szétesése például közel 500 nyomon követhető darabot, a *Pegasus/HAPS*-é 1996-ban pedig több mint 750 követhető elemet hagyott maga után. A modellek szerint minden megfigyelésre alkalmas töredékre több tíz vagy több száz szétszóródó elem jut, és az ilyen típusú törmelékek száma az elem (gyakran szilánk) méretének csökkenésével egyenes arányban nő. A 2000-es évek végén a viszonylag gyorsan bekövetkezett, űrszemét-keletkezéssel járó események egymásutáni sorozata az amerikai kormányzat vezetői részéről kérdéseket vetett fel az űrszemét űreszközökre jelentett kockázatával kapcsolatban. Az olyan események, mint a 2007-es kínai *FY-7C* szatellitet megsemmisítő műholdromboló rakéta, amely több mint 3500 darab űrtörmelékkel hozott<sup>28</sup>, és az *Iridium-33* 2009-es ütközése az Orosz Űrerők tulajdonában lévő *Koszmosz-2251* műhoddal, amelynek során mindkét műhold megsemmisült, több mint 2300 űrszemételem felhalmozódását eredményezve, óriási lendületet adtak az ütközések megelőzésével és az űrszemét eltakarításával kapcsolatos erőfeszítéseknek.<sup>29</sup>

A 2007-es kínai ASAT-kísérletre válaszul az Aerospace létrehozta az Űrszemételemző Reagáló Csoportot (DART). A szakértői csoport egyedülálló képességet hozott létre az előre jelző és valós idejű kockázatértékelések elvégzésére az üzemben lévő űrhajók számára. A DART már több mint tíz éve áll a kormányzat rendelkezésére. Eszközei és algoritmusai használatával tájékoztat, értékkel, validál és irányítja az operatív törmelék-kockázat-értékelő eszközök beszerzését.<sup>30</sup> A hosszú távú elemzésekhez az űrszemét-környezeti előre jelző eszközt (ADEPT) használja a jövőbeli szemétmennyiség és működési környezet vizsgálatára, hogy megjósolja a működési gyakorlatok és irányelvek, valamint stratégiák hatásait. Az utóbbi években jelentős mértékű változás történt az űrszemét nyomon követésére és az alacsony Föld körüli pályára (LEO) állított új tömeges indítások szűrésére irányuló képességek terén. Az USA Űrerőinek Űrkerítés (Space Fence) elnevezésű radarrendszere üzembe lépett, ami hardveres és szoftveres szempontból is előrelépést jelent, a 18. Űrvédelmi Század pedig átvette az Aerospace által támogatott, a korreláció nélküli pályák (UCTs)<sup>31</sup> kutatásából született prototípuseszközöket.

<sup>28</sup> Kína akciója meglehetősen sok űrszemétet hagyott maga után, amelyek nemcsak számos aktív műholdat, hanem közvetlenül a Nemzetközi Űrállomást is veszélyeztették. Lényegében ma is és a jövőre nézve is veszélyt jelentenek, ugyanis a lelövés „alacsony Föld körüli pályáiv” centrumában (kb. 850 km-en) történt, ahol számos űreszköz orbitális sebességgel kering. Forrás: Horváth Attila: Kína űrfegyverkezési kísérletei. *Haditechnika*, LIII. évf., 2019/6. 35. DOI: 10.23713/HT.53.6.07.

<sup>29</sup> A Brief History of Space Debris, <https://aerospace.org/article/brief-history-space-debris> (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)

<sup>30</sup> Space Operations Assurance, <https://aerospace.org/ssi-space-operations-assurance> (A letöltés ideje: 2023. 07. 28.)

<sup>31</sup> A névből is következik, hogy UCT-ről akkor beszélünk, amikor egy műhold pályája nem felel meg az űrobjektum-nyilvántartásban szereplő egyetlen elemnek sem.



A világűrhez való biztonságos hozzáférés és annak biztonságos használata nem csak a riválisok szándékos akciója révén kerülhet veszélybe. Balesetek, természeti jelenségek vagy korábbi emberi cselekvések nem várt következményei mind befolyásolhatják a világűrbiztonságot. Ennek definíciói sokfélék lehetnek, és ahogy az űrtevékenység átalakul, illetve egyre többet tudunk magáról a világűrről, a biztonság meghatározásai és annak feltételei is változnak.

A *Galaxy-4* kommunikációs műhold meghibásodása 1998-ban ad némi támpontot azzal kapcsolatban, mi történhetne, ha egyes világűrbe telepített kapacitások elvesznének. A meghibásodás következtében az egészségügyben komoly gondot okozott az orvosok és a kórházak közti kommunikáció, az időjárás-előrejelzés és a televíziós szolgáltatások szintén akadoztak, emellett több helyen nem működött a bankkártyás fizetés.<sup>32</sup> Napjainkban már sokkal több űreszközzel rendelkezünk, így néhány kiesése könnyebben pótolható, ugyanakkor a modern világ sokkal inkább függ az űrképességektől. A GPS-szolgáltatások leállása például lehetetlenné tenné a közlekedési rendszer jelenlegi koordinációját, és nem működne a bankrendszer sem. A nyersanyagok kutatása, a kommunikációs hálózat, a korszerű hadviselés sem működhetne űrképességek nélkül.<sup>33</sup> Az átlagos okostelefon-felhasználó naponta 40 műhold által biztosított képességet használ fel. A globális problémák megoldása, az ENSZ fenntarthatósági céljainak elérése sem képzelhető el e kapacitások nélkül. Például a klíma helyzetének értékeléséhez 50 különböző tényezőt kísérnek figyelemmel a kutatók, és ezek közül 29 csak a világűrből mérhető teljes mértékben.<sup>34</sup>

## Világűr-helyzetismeret

A világűr-helyzetismeret (SSA) célja az űrkörnyezet pontos és időszerű ismerete. Ehhez hozzátartozik a természetes vagy mesterséges eredetű űrobjektumok helyzetének és funkciójának ismerete, de az űridőjárás jelenségeinek megfigyelése is. Utóbbiak követése ugyanolyan fontos lehet, mint a hajózásban az időjárás követése, hiszen az űreszközök is változó körülmények között működnek. A világűr-megfigyelés három fő területre tagolható:

<sup>32</sup> David Osborne: Satellite failure leaves millions speechless in US, <https://www.independent.co.uk/news/satellite-s-failure-leaves-millions-speechless-in-us-1157828.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

<sup>33</sup> European Space Agency: The Impact of Space Activities Upon Society, <http://www.esa.int/esapub/br/br237/br237.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

<sup>34</sup> Sylvain Béal – Marc Deschamps – Hervé Moulin: Taxing congestion of the space commons. *Acta Astronautica*, 177, 2020. december, 313–319.

- űrfelügyelet és nyomon követés (ember által készített tárgyak) (SST),
- űridőjárás-megfigyelés és előrejelzés (SWO),
- földközeli objektumok megfigyelése (NEO).

Az űrfelügyelet és nyomon követés alá több tevékenységi kör sorolható. Az Európai Űrügynökség (ESA) felosztása szerint az SST-szolgáltatások között található:

- ütközésselkerülés (CA): űreszközök, illetve űreszköz és űrszemét közötti ütközések kockázatának elemzése és figyelmeztetések kiadása;
- visszatérési analízis (RE): az ember alkotta eszközök légkörbe lépésével kapcsolatban végzett elemzések;
- fragmentálódási analízis (FG): a világűrben történő töredezési események, letört darabok vagy ütközések észlelése és elemzése.

Ezekhez a szolgáltatásokhoz mintegy 140 szervezet fér hozzá, és több mint 290 európai műholdat védenek ezekkel a képességekkel.<sup>35</sup> Az elemzést fejlett szoftverekkel végzik, melyeket a tudományos közösség is előszeretettel használ a saját kutatásai lefolytatására. Az ESA a DRAMA 3.0 és a régebbi MASTER-2009-ből továbbfejlesztett MASTER-8 programokat bocsátotta a tudományos közösség rendelkezésére.

Hagyományosan a különböző haderők és kormányzatok számára volt fontos, hogy megfigyeljék a világűrt saját eszközeik védelme és működtetése, valamint a potenciális ellenfelek űrtevékenységének megfigyelése érdekében. Ez azonban mára jelentős mértékben változott, mivel a jelenleg világűrben lévő aktív eszközök nagy része polgári vagy kereskedelmi besorolású. Az Aggódó Tudósok Egyesületének (UCS) adatbázisa szerint 2022. május 1-jén 5465 aktív műhold keringett a pályáján. Ebből 3434 tartozott az Egyesült Államokhoz, és közülük 2992 volt kereskedelmi funkciójú. Összmenyiségük 2023. május 1-jén már 7560 volt, és ebből 5184-et irányított amerikai aktor.<sup>36</sup> 2023 májusa óta természetesen ez a szám tovább nőtt, de az egy év alatti növekedés nagyon látványos. Összehasonlításképpen az űrszemét becsült mennyisége 2023 decemberében a következő volt:

- 10 cm-nél nagyobb darabok: 36 500,
- 1 cm és 10 cm közötti darabok: 1 000 000,
- 1 mm és 1 cm közötti darabok: 130 000 000 (becslés).<sup>37</sup>

<sup>35</sup> EU Satellite Centre: Space Situational Awareness, <https://www.satcen.europa.eu/page/ssa> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

<sup>36</sup> Union of Concerned Scientists: Satellite Database, <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (A letöltés ideje: 2023. 12. 12.)

<sup>37</sup> European Space Agency: Space debris by the numbers, [https://www.esa.int/Space\\_Safety/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers) (A letöltés ideje: 2024. 01. 05.)



A növekvő űrforgalom és a tevékenységi körök elkülönülése az Egyesült Államok esetében végül oda vezetett, hogy a polgári és kereskedelmi űrfigyelést a Kereskedelmi Minisztérium vette át 2024-től. Így az amerikai Űrerő (U. S. Space Force) csak a katonai és biztonsági vonatkozású űrforgalomra fókuszálhat, és a felszabaduló kapacitásnak hála, e téren remélhetőleg hatékonyabb is lesz.<sup>38</sup> Erre szükség is lehet, mivel időszakosan nem várt események csökkenthetik az SST-képességeket. Globális értelemben is meglehetősen nagy csapást jelentett például az Arecibo rádióteleszkóp elvesztése, amely 2020 decemberében javíthatatlan károkat szenvedett, miután a tartószerkezetének egy része leszakadt. Az elképzelések szerint egy sokkal modernebb, 1000 kisebb tányérból álló, lényegesen nagyobb kapacitású antennakonfigurációt telepítenének a helyére.<sup>39</sup> ez azonban évekbe telhet, még akkor is, ha rendelkezésre állnak hozzá a pénzügyi források.

A növekvő kormányzati befektetések mellett a magánvállalatok szintén egyre nagyobb szerepet kapnak a világűr-megfigyelésben. Egyes kezdeményezések a lakosságot is megpróbálják bevonni az adatbázisok bővítésébe. Ezek egyike a TruSat vállalat, mely fenntart egy 100%-ban nyílt adatbázist, amelybe bárki feltöltheti a megfigyelési adatokat, ha rendelkezik egy okostelefonnal és a megfelelő szoftverrel.<sup>40</sup> Ez segítséget nyújthat az alacsony magasságban, könnyen megfigyelhető eszközök azonosításában és követésében, de nem érhet fel a költséges katonai, kormányzati és tudományos be rendezésekkel.

Az imént említett képességek hatása mégsem lebecsülendő, hiszen éppen az alacsony Föld körüli pályákon várható a legnagyobb aktivitás az elkövetkező években. Az indítási költségek csökkenése, az egyre kisebb és olcsóbb műholdak, valamint a sokszor több ezer műholdból álló konstellációk telepítése következtében drasztikusan nő az ebben a tartományban operáló műholdak száma. Ahogy egyre zsúfoltabbakká válnak ezek a pályák, egyre inkább szükségesek a szigorúbb szabályok.

## Kísérletek a szabályozásra

Az ENSZ egyik szervezete, az Űgynökségközi Űrszemét Koordinációs Bizottság (IADC) igyekszik megalkotni a megfelelő irányelveket. Az IADC egy nemzetközi szervezet, amely a legtöbb jelentős űrgynökséget tagjai között

<sup>38</sup> Sandra Erwin: U.S. military keeps sharp eyes on orbit as congestion grows, <https://spacenews.com/u-s-military-keeps-sharp-eyes-on-orbit-as-congestion-grows/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 18.)

<sup>39</sup> Meghan Bartels: Scientists want to build a new, very different Arecibo Telescope to replace fallen icon, <https://www.space.com/arecibo-telescope-replacement-process-and-designs> (A letöltés ideje: 2022. 08. 22.)

<sup>40</sup> TruSat: Overview, <https://learn.trusat.org/docs/overview> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)



tudhatja. A szervezet négy munkacsoportot foglal magába, ezek a mérésekkel (WG1), a környezettel és az adatbázissal (WG2), a védelemmel (WG3) és a kárcsökkentéssel (WG4) foglalkoznak.<sup>41</sup> A szervezet úgy véli, a tervezett műhold-konstellációk tovább fokozzák majd az ütközések esélyét, éppen az alacsony Föld körüli pályákon, ahol a műholdak többsége egyébként is elhelyezkedik. 2021 júliusában kiadtak egy állásfoglalást is, amely egy 2017-es eredeti dokumentum frissített változata. Több fontos tényezőre hívták fel a figyelmet: ezek között megtalálható a megfigyelő rendszerek és az üzemeltetők közötti hatékony és gyors kommunikáció, mivel ez biztosítja a lehetőséget arra, hogy elkerülő manővereket tudjanak végrehajtani. Fontosnak tartják az aktív üzemidő után legkésőbb 25 évvel a Föld légkörébe léptetni a műholdakat, ami egy hatékonyabb módszer, mintha egy 2000 km feletti „temetőpályára” mozgatnák át azokat. Javaslatot tettek továbbá arra is, hogy a pályára állítás során a hordozóeszköz egy alacsonyabb magasságban bocsássa ki a műholdat, és csak tesztelés, illetve ellenőrzés után emelkedjen fel a műveleti pályára, ez a megoldás ugyanis lehetőséget biztosítana a hibák felfedezésére, javítására, esetleg az eszköz megsemmisítésére anélkül, hogy a konstellációt vagy más eszközöket veszélyeztetné.<sup>42</sup>

Az ajánlások betartása természetesen nagyban függ a gyártók és az üzemeltetők szándékaitól, a gazdasági és a jogi környezettől. Több kutatás irányul arra, hogy megpróbálják felmérni, milyen következményekkel járna, ha különböző mértékben tartanák be a javasolt irányelveket. Sajnos a világűr tekintetében is felmerül a „közlegelők tragédiája”. Ez annyit tesz, hogy az egyes szereplők a saját hasznuk maximalizálása érdekében nem törődnek a világűr tisztaságának megőrzésével, ami súlyos problémákat okozhat.

Már egy 2018-as elemzés is arra jutott, hogy még az irányelvek szigorú betartása mellett is várható lehet egy súlyosabb baleset. A SpaceX és a OneWeb által üzemeltetett konstellációk esetében legalább egy ütközés várható egy öt éves időtartamon belül. A két konstelláció közül a SpaceX által telepített Starlink esetében sokkal nagyobb volt a kockázat (45,8%), szemben a OneWeb 5,0%-os értékével.<sup>43</sup> Habár a konstellációkban részt vevő műholdak kisebbek lehetnek, ez nem garantálja a biztonságukat. Az első kockaműholdas<sup>44</sup> ütközés már megtörtént 2013-ban, és Ecuador épp így veszítette el első kockaműholdját.<sup>45</sup>

<sup>41</sup> IADC: What's IADC, [https://www.iadc-home.org/what\\_iadc](https://www.iadc-home.org/what_iadc) (A letöltés ideje: 2022. 08. 18.)

<sup>42</sup> IADC: IADC-15-03 IAD Statement on Large Constellations of Satellites in Low Earth Orbit (Rev. 1.1), [https://www.iadc-home.org/documents\\_public/view/id/174#u](https://www.iadc-home.org/documents_public/view/id/174#u) (A letöltés ideje: 2022. 08. 18.)

<sup>43</sup> Le May - Steve Gehly - Brett Carter - Sven Flegel: Space debris collision probability analysis for proposed global broadband constellations. *Acta Astronautica*, 151, 2018, 445-455.

<sup>44</sup> Más néven CubeSat-ok, amelyek megjelenése forradalmasította a műholdipart. Méretüket 10×10×10 cm-es egységekben (Unit) adják meg. A leggyakoribb méretek az 1, 2, 3 és 6 egységből álló eszközök. A gyártók emellett igyekeznek tartani a 1,33 kg/egység arányt is.

<sup>45</sup> Linda Dawson: *War in Space*. Springer Publishing, Chichester, 2018. 57-58.



## Passzív és aktív védekezés

Mivel az irányelvek betartása sem garantálja az eszközök teljes biztonságát, máshogyan is fel kell készülni. A passzív védelem eszközei a pajzsok, amelyek hatékonyak lehetnek az 1 cm átmérőjű darabok esetén, mint azt az ISS esetében már tapasztalták. Az ennél nagyobb űrszemét már veszélyesebb lehet, ugyanis az 1 és 10 cm közötti darabok nehezebben, vagy a jelenlegi technológiával nem észlelhetők.<sup>46</sup> Éppen ezért különösen nehéz védekezni ellenük, hiszen jelenlegi szintjükön a pajzsok (ha egyáltalán rendelkezik ilyennel az adott űreszköz) már nem jelentenek megfelelő védelmet, ugyanakkor az észlelés nehézségei miatt elkerülő manővert sem tudnak indítani az üzemeltetők. A kutatás és fejlesztés egyik fókuszpontja ezért ennek a veszélyes köztes területnek a csökkentése és lefedése. Az új anyagok és struktúrák alkalmazása a pajzsok fejlesztésének fő pillérei, mivel az egyszerű tömör fémlemez nem megfelelőek erre a célra: egyrészt túl nehezek, és így a világűrbe juttatásuk meglehetősen költséges lenne, másrészt nagyon gyenge védelmet biztosítanak. A megoldást a rétegelt pajzsok jelentik – az első koncepciójukat Fred L. Whipple mérnök dolgozta ki, így gyakran Whipple-pajzs néven hivatkoznak erre a borításra. Legalább két rétegből állnak, és a külső falukat elérve a becsapódó test apró darabokra töredezik. A második rétegük már csak ezekkel a kicsi, jóval lassabb és kisebb tömegű darabokkal találkozik. Más konstrukciók már különböző anyagokból készült rétegeket használnak: ezek között szerepet kaphat a kevlár, a nextel, a különböző fémhálók és -habok. Az elrendezésüket tekintve lehetnek tömött, multi-shock, dupla hálós, méhsejt, habpanel kialakításúak, sőt már felfújható változatokkal is kísérleteznek a kutatók.<sup>47</sup>

A passzív védelem kivül az űrszeméttel 3+1 további területen küzdenek. A +1 ebben az esetben a kutatás és fejlesztés, amelyet ki kell hangsúlyozni, mivel ez hozza majd el a jövőbeni új vagy hatékonyabb eljárásokat. A hagyományosan elfogadott három terület közül az első a mennyiség csökkentése, ami az új űrszemét keletkezését igyekszik megakadályozni vagy csökkenteni. A második fő tevékenységi kör a követés és osztályozás – ide tartozik az SSA és az SST –, a harmadik terület pedig az űrszemét aktív eltávolítása (ADR).<sup>48</sup> A tudományos közösségen belül felmerült, hogy a jelenleg használatos módszerek nem megfelelőek. Ahelyett, hogy csak akkor mozdítanak el egy műholdat, ha fennáll az ütközés veszélye, akkor kellene módosítani a pályáját,

<sup>46</sup> NASA: Space Debris and Human Spacecraft, [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/news/orbital\\_debris.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html) (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

<sup>47</sup> NASA: Hypervelocity Impact Technology, <https://hvit.jsc.nasa.gov/shield-development/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 19.)

<sup>48</sup> National Science and Technology Council: National Orbital Debris Implementation Plan, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/07/07-2022-NATIONAL-ORBITAL-DEBRIS-IMPLEMENTATION-PLAN.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

ha nem tudják bizonyítani, hogy az ütközésre nincs esély. Ez a látszólag kis különbség valójában egy lényegesen szigorúbb, több manőverezéssel járó és így drágább eljárás lenne.<sup>49</sup> Már a jelenlegi helyzetben is műholdanként átlagosan egy manőver szükséges évente, míg a Nemzetközi Űrállomás havonta kétszer tér ki egy lehetséges ütközés elől. Az elkerülő manőverek egy jó darabig a lehető legjobb stratégiának bizonyulhatnak majd, főleg mivel az űrszemét mennyiségének csökkentésére irányuló erőfeszítések egyelőre nem mutatnak fel sok eredményt. 2019-ben például 698 eszköz került fel a nyilvános listákra, de csak 321-et húzhattak ki róluk, tehát 377-tel több eszköz vált űrszemétté abban az évben. Emellett drasztikusan nőtt a nanoműholdak száma: többségük nem tud manőverezni, de túl kicsik ahhoz, hogy megérje aktív módon eltávolítani őket.<sup>50</sup> Egy másik 2019-es tanulmány szerint egy 8 hónapos időtartam alatt 28 olyan eset történt, amikor 775 kg-nál nagyobb tömegű testek olyan közel kerültek egymáshoz, hogy fennállt az ütközésük veszélye, így a földi operátoroknak kitérő manővert kellett végrehajtani.<sup>51</sup> A műhold saját képességeivel végzett manőverezés és az aktív, külső erőt használó eltávolítás határán helyezkedik el az űreszközök küldetés utáni ártalmatlanítása (PMD). Ekkor a műhold üzemeltetői gondoskodnak a műhold megsemmisüléséről vagy temetőpályára állításáról. Egyes elemzések szerint ezt a műholdak 90%-ánál el kellene végezni, bár lehet, hogy ez a szám is kicsinek bizonyul majd, amint a nagy konstellációk kiépülnek. 2022-ig a sikeres PMD-k átlagos értéke 60% volt, így az elmaradás elég szembetűnő.

Egyes műholdak azonban nem rendelkeznek manőverezőképeséssel, vagy meghiúsodnak, így önmaguk nem tudják végrehajtani a megfelelő manővereket. Ezért egy külső erőre van szükségük, ami elvégzi ezt helyettük. A pajzsok és az ütközések elkerülése mellett tehát az aktív eltávolításnak minden számítás szerint komoly szerepe lesz majd az űrszemétprobléma megoldásában. Az ilyen élettartam végi (EOL) támogatás több módon is végbemehet: direkt befogás, elektrodinamikus kábel vagy akár lézerek használata is szóba jöhet. Minden esetben igaz, hogy a lassítást, majd a Föld légkörébe lépést is meg kell tervezni, hogy ne ütközzön más űreszközzel a pályát módosító műhold.<sup>52</sup> Több ilyen kezdeményezés létezik, mint például a Remove Debris, az AnDROID vagy a Clear-Space vállalathoz köthető program. Utóbbi azért is különösen érdekes, mert

<sup>49</sup> Michael S. Balch – Ryan Martin – Scott Ferson: Satellite conjunction analysis and false confidence theorem. *Proceedings of the Royal Society A Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 475(2227), July 2019, 1-20.

<sup>50</sup> Christophe Bonnal – Darren McKnight – Claude Phipps – Cédric Gupont et al.: Just in time collision avoidance. *Acta Astronautica*, 170, May 2020, 637-651.

<sup>51</sup> Michael J. Nicolls – Darren McKnight: Collision Risk Assessment for Derelict Objects in Low-Earth Orbit. *First international Orbital Debris Conference*. Universities Space Research Association, <https://www.hou.usra.edu/meetings/orbitaldebris2019/orbital2019paper/pdf/6096.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

<sup>52</sup> Shuta Fukii – Daisuke Sakai – Yasuhiro Yoshimura et al.: Assessing Collision Probability in Low-Thrust Deorbit. *Journal of Space Safety Engineering*, 9(1), May 2022, 47-55.



az ESA finanszírozásával képes lehet demonstrálni az aktív eltávolító műveletek gazdasági működőképességét is, ami ennek a területnek az egyik kulcsproblémája.<sup>53</sup> A játékelméletre épülő számításokkal egyes kutatók egy általános adó bevezetését is felvetették, amely alkalmas lenne az aktív műveletek finanszírozására, ugyanakkor egyik szereplőt sem juttatná előnyös helyzetbe a másikhoz képest.<sup>54</sup> Egyes szimulációk szerint ez az adó inkább központi, egységes bevezetése esetében lenne hatékonyabb, azzal szemben, ha az új indításokat adóztatná meg.<sup>55</sup>

## Természetes eredetű veszélyek

Az űrszemélen kívül az űridőjárás jelenségei és a természetes eredetű űrtörmelék is veszélyessé válhat az űreszközök számára. A meteorok, üstökösök, a naptevékenység egyes fajtái, nagy energiájú részecskék, sugárzás, illetve a nagy hőmérséklet-ingadozások mind olyan tényezők, amelyekre a tervezőmérnököknek fel kell készülniük. A Nap az egyik legfontosabb tényező az űridőjárás megfigyelésében, ugyanis az élete során nem is olyan ritka koronakidobódás hatása a Földre számottevő lehet. Ha megisméltődne az 1859-es, Carrington-eseményként elhíresült jelenség, ma nemcsak a világűrbe telepített eszközöket, hanem a földi infrastruktúrát is nagymértékben károsítaná, akár a háztartási gépeket is. Egy 2020-as elemzés szerint a súlyos mágneses vihar esélye évente 4%, míg a Carrington-eseményhez hasonló volumenű jelensége évente 0,7%.<sup>56</sup> A Carrington-eseményen kívül a fák évgyűrűinek vizsgálata alapján megállapították, hogy előfordulhattak olyan események is a történelemben, mint amilyen az i. sz. 774-775-ben történt Miyake-esemény, ami mellett valószínűleg még a Carrington-esemény is eltörpült.<sup>57</sup>

A probléma nem csak a távoli múlt sajátja. Egy 1989. március 10-én történt napvihar hatására pár nappal később kialakult geomágneses vihar következményeként zavar keletkezett az áramellátásban Kanada és az Egyesült Államok egyes részein. Quebec tartományban 12 órás áramszünet lépett fel, és a jelentések szerint a Discovery űrsikló egyes műszerei is hibásan működ-

<sup>53</sup> Bonnal et al.: i. m.

<sup>54</sup> Pierre Bernhard – Marc Dechamps – Georges Zaccour: Large satellite constellations and space debris: Exploratory analysis of strategic management of the space commons. *European Journal of Operational Research*, 2022. április, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221722003447> (A letöltés ideje: 2022. 08. 22.)

<sup>55</sup> Béal – Deschamps – Moulin: i. m.

<sup>56</sup> Sandra Chapman – Richard B. Horne – Nicholas Watkins: Using the aa index over the last 14 solar cycles to characterize extreme geomagnetic activity. *Geophysical Research Letters*, 47(3), 1-10.

<sup>57</sup> Edward W. Liver – Carolus J. Schrijver – Kazunari Shibata – Ilya G. Usoskin: Extreme solar events. *Living Reviews in Solar Physics*, 19(2), 2022. 1-143.

tek, továbbá néhány műhold pár órára irányíthatatlanná vált.<sup>58</sup> Ezek a viharok elkerülhetetlenek, és bár léteznek technológiai megoldások a hatásaik minimalizálására, az infrastruktúra átalakítása drága és lassú folyamat. A biztonság kérdéskörébe tartozik továbbá a lakosság felkészítése is. Az Egyesült Államokban már tanácsokkal látják el az embereket, hogyan lehet felkészülni egy ilyen helyzetre, és mi a teendő az esemény közben és után.<sup>59</sup>



Űrszemét a londoni Greenwich város felett  
(kreatív illusztráció @ Max Alexander és Jonathan Weston (© ESA))

A Föld légkörének nincs éles határa, és a naptevékenységtől függően időszakosan tágulhat (például napkitörések, más néven *flerek* esetén, mikor megnő a Naptól érkező röntgensugárzás mértéke),<sup>60</sup> így ennek köszönhetően az alacsonyabb pályák hamarabb megtisztulhatnak. Aktív műholdak esetében ezért időszakosan korrigálni kell a magasságot, ami rossz hír az üzembeltetőknek, de jó hír az űrszemét eltakarítása szempontjából. Az alacsony

<sup>58</sup> NASA: The Day the Sun Brought Darkness, [https://www.nasa.gov/topics/earth/features/sun\\_darkness.html](https://www.nasa.gov/topics/earth/features/sun_darkness.html) (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

<sup>59</sup> U.S. Government - Ready: Space Weather, <https://www.ready.gov/space-weather> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)

<sup>60</sup> NASA: The Impact of Flares, <https://hesperia.gsfc.nasa.gov/rhessi3/mission/science/the-impact-of-flares/index.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 17.)



pályamagasságban keringő űrszemétdarabok a nagyon ritka, de még jelen lévő légkör hatására lelassulnak, emiatt veszítenek magasságukból, végül elégnak a légkörben. A kisebb törmelékdarabok felület- és tömegaránya ráadásul nagyobb, így érzékenyebbek a légkör lassító hatására (atmospheric drag) és gyorsabban csökken a pályamagasságuk.

Nem feledkezhetünk meg arról sem, hogy a műholdak nagy többsége szintén alacsony Föld körüli pályán (LEO) kering. A már említett, 2022 májusában aktív 5465 műholdból 4700 tartózkodott LEO-pályán, amely 2000 km-es magasságig terjed.<sup>61</sup> A 600 km-es magasságban keringő törmelékdarabok pár éven belül belépnek a légkörbe és megsemmisülnek, azonban az 1000 km-es magasságban lévők évszázadokig a világűrben maradhatnak, még a légkör fentebb említett változásai ellenére is.

A légkör említése miatt helyénvaló az a megjegyzés, miszerint az űrtevékenység valamilyen mértékben visszahat magára a Földre. Kutatók felhívták a figyelmet arra, hogy az űrszektor növekedésének nemcsak gazdasági és technikai határai vannak, hanem figyelembe kell venni a környezeti korlátokat is. A légkörbe belépő műholdak várható hatása magára a légkörre még nem ismert. A rakétaindítások növekvő száma az égéstermékek miatt károsíthatja az ózonréteget, és további nem várt hatásokat válthat ki.<sup>62</sup>

A naptevékenység mellett szót kell ejteni a természetes eredetű űrobjektumokról is. A meteorok viszonylag ritkák, azonban időszakosan nagyobb rajjaik keresztülhatolhatnak a Föld pályáját. A Leonidák vagy a Perszeidák érkezésének idején megnő a kockázat az űreszközök számára. Az űrmegfigyelés lehetővé teszi, hogy ha kár keletkezik egy eszközben, akkor helyesen azonosítsuk az okot. A földközeli objektumok (NEO) azonosítása és követése nem csak az űreszközök védelme szempontjából fontos. Ha átmérőjük legalább 140 méter és 7,5 millió kilométernél közelebb kerülnek a Földhöz, már a bolygó szempontjából is veszélyesnek számítanak.<sup>63</sup>

Közel sem ismerjük az összes földközeli objektumot – igaz az egyre fejlettebb berendezéseknek és a nemzetközi erőfeszítésnek köszönhetően egyre többet fedezünk fel közülük. A különféle adatbázisok gyorsan bővülnek. 2022. augusztus 1. és 2022. augusztus 19. között például a NASA adatbázisa 57 új objektummal bővült. 2022 júliusában 157 felfedezést tettek, júniusban 134-et. Az ilyen objektumok többségének az átmérője 140 méternél kisebb, de időnként találunk ennél nagyobbakat is, így például 2022 augusztusában kilenc darab ilyen aszteroidát találtak, a megelőző hónapban pedig harminckettőt. 2022 májusában egy 1 km-nél nagyobb átmérőjű aszteroidát

<sup>61</sup> USC Satellite database.

<sup>62</sup> Lois Miraux: Environmental limits to the space sector's growth. *Science of the Total Environment*, 806(4), 2022. február, 150862, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721059404> (A letöltés ideje: 2022. 08. 22.)

<sup>63</sup> Almár István – Galántai Zoltán: *Ha jövő, akkor világűr*. Typotex Kiadó, Budapest, 2007. 76.

is azonosítottak, ami mutatja, hogy bár a kutatók szerint nagy részüket már ismerjük, még bőven van tennivaló. Az ismert NEO-k összesített száma 2022. augusztus 19-én 29 535 darab volt.<sup>64</sup>

Az egyik potenciálisan kockázatos aszteroida (PHA) a 340 méter átmérőjű, Apofisz elnevezésű objektum, amely 2029. április 13-án fog elhaladni a Föld mellett, mintegy 31 000 kilométeres távolságban, ami közelebb lesz, mint a geostacionárius műholdak pályamagassága. Több évig tartott meghatározni várható pályáját, hogy biztonsággal kijelenthessük, nem fog becsapódni a Földbe. Ebben az időszakban az Apofisz az ESA becsapódásikockázat-listájának élén állt, mint ahogy a NASA Sentry Kockázat Táblázatában (Sentry Risk Table) is. Az ESA becsapódásikockázat-listája azokat az égitesteket tartalmazza, amelyek becsapódásának esélye nem nulla. Ezek közül kettőt, az 1300 méter átmérőjű Bennut és a 484 méter átmérőjű, 1950DA elnevezésű objektumot a NASA és az ESA is kiemelten figyelemmel kíséri.

Egy Apofisz méretű aszteroida akkora erővel csapódna be a Földbe, mint ha a teljes nukleáris arzenált egyszerre felrobbantanánk – nagyjából egymilliószor erősebb lenne, mint a Hirosimára dobott atombomba.<sup>65</sup> Érdemes megjegyezni, hogy az 1200 méter átmérőjű és 175 méter mély arizonai Barringer-kráter, egy a becslések szerint 30–50 m átmérőjű vasmeteorit becsapódásának következtében jött létre.<sup>66</sup> A Föld története során ennél sokkal nagyobb becsapódások is történtek. A legnagyobb krátereket találóan asztroblémáknak, vagyis csillagsebeknek nevezik. Ezek többsége mára nagyrészt feltöltődött, így nehezen észlelhetők.<sup>67</sup>

A potenciálisan veszélyes aszteroidák eltérítésének módszerei még gyerekcipőben járnak. A megsemmisítésük vagy eltérítésük történhet hajtóművekkel, a felszínük egy részének elpárologtatásával, nukleáris robbanótöltettel vagy kinetikus elven működő lövedékekkel. Ez utóbbi elvet kívánja tesztelni egy kinetikus elven működő kísérleti szonda, amely 2021 novemberében indult útjára a kettős aszteroida-átirányítási teszt (DART) elnevezésű küldetés keretében. A szonda 2022 szeptemberében éri el a 800 méter átmérőjű Didymos aszteroidát és annak kisebb, 140 méteres átmérőjű holdját, a Dimorphost. Az űreszköz szándékosan a Dimorphosba fog csapódni, és a remények szerint módosítja annak tömegét és sebességét, így végül a teljes rendszer pályája meg fog változni. Még ha kismértékben is teszi ezt, idővel ez a különbség jelentősen

<sup>64</sup> Center for Near Earth Object Studies: Discovery Statistics, <https://cneos.jpl.nasa.gov/stats/totals.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 22.)

<sup>65</sup> Roberta Lea: Apophis: The asteroid we thought might hit us, <https://www.space.com/apophis> (A letöltés ideje: 2022. 08. 18.)

<sup>66</sup> David A. Kring: Barringer Meteor Crater and Its Environmental Effects, [https://www.lpi.usra.edu/science/kring/epo\\_web/impact\\_cratering/enviropages/Barringer/barringerstartpage.html](https://www.lpi.usra.edu/science/kring/epo_web/impact_cratering/enviropages/Barringer/barringerstartpage.html) (A letöltés ideje: 2022. 08. 19.)

<sup>67</sup> Gábris Gyula–Marik Miklós–Szabó József: Csillagászati földrajz. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. 251–253.



módosíthatja a Földtől mért távolságot. Az eredmények érdekesnek ígérkeznek, főleg mióta a Hayabusa-2 szondának köszönhetően tudjuk, hogy az aszteroidák akár egész laza szerkezetűek is lehetnek, így más lehet a becsapódás következménye. A küldetés után három évvel az ESA Héra-missziója közelebről is felméri majd a művelet hatását.<sup>68</sup> S habár ez a küldetés nagyon fontos, a háttérben zajló kutatások, a különböző szimulációk szintén szerepet játszanak a megfelelő ismeretek megszerzésében és cselekvési tervek kidolgozásában.

Végezetül érdemes megjegyezni, hogy az űrszemét és veszélyes aszteroidák elhárítására alkalmas eszközök egyben műholdelhárító fegyverként is bevetethetők, vagy épp jelentős mértékben segíthetik ilyen eszközök létrehozását. Elvégre, egy olyan eszköz, amely képes egy űrszemétdarabot megsemmisíteni vagy letéríteni a pályájáról, képes lesz ezt végrehajtani egy még aktív műholddal is. Az említett eszközöknek ez a jellemzője kiemeli az űrtechnológia kettős felhasználásának jelentőségét, így a potenciális riválisok mindig figyelemmel kísérik egymás ilyen irányú fejlesztéseit és küldetéseit.

## Összefoglalás

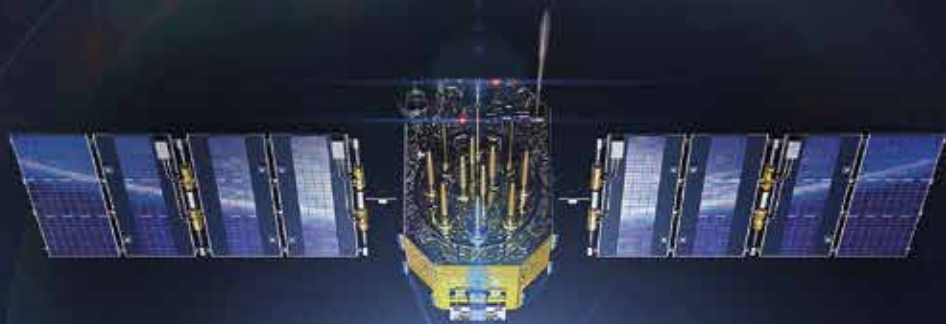
Az űrtörmelék és az űrszemét problémája nagy horderejű, de még nem megoldott probléma, amely komoly kihatással lehet az űrképességekre, sőt az egész emberiségre is. A jelenlegi kezdeményezések jó irányba mutatnak, azonban a szabályozások és irányelvek betartása sokszor nehéz és csupán részleges. Az űrhatalmak tovább fogják fejleszteni azokat a képességeiket, amelyekkel megfigyelhetik a világűr, ugyanakkor a megnövekedett forgalom miatt ebbe a tevékenységbe szükséges és észszerű is bevonni a civil intézményeket, nem kizárólag a haderőkre hagyatkozni. A természetes eredetű veszélyek közül a kisbolygók és egyéb testek felderítése terén viszonylag jól állunk, nem tudunk a Földünket az elkövetkező 100 évben potenciálisan veszélyeztető objektumról. Az űridőjárás és a naptevékenység tekintetében azonban rosszabb a helyzet, utóbbiak bizonyos típusait nehéz észrevenni és időben reagálni rájuk. A Kessler-szindróma és egyéb más potenciális hatások miatt a felkészülést fokozni kell, amihez globális szintű együttműködésre lenne szükség, ami egyben remek lehetőséget biztosít a geopolitikai feszültségek mérséklésére is. Ugyanakkor az űrszemét mennyiségének csökkentésére alkalmas eszközök kettős felhasználhatóságuk miatt egyben sajátos biztonsági kockázatot is jelentenek, emiatt alkalmazásuk szabályozása a velük végzett műveletek átláthatósága érdekében kiemelten fontos lehet.

<sup>68</sup> Dabina D. Raducan – Martin Jutzi: Global-scale Reshaping and Resurfacing of Asteroids by Small-scale Impacts, with Applications to the DART and Hera Missions. *The Planetary Science Journal*, 3(6), June 2022, 1-15.



**II. rész**

# **Országtanulmányok**



# Az Egyesült Államok űrképességei

*Edl András*<sup>1</sup>

Nem sokkal a *Szputnyik-1* 1957. október 4-ei sikeres indítása után az Egyesült Államok 1957 decemberében megpróbálkozott egy módosított *Vanguard* rakéta indításával, ami akkor még kudarcot vallott. Ám 1958. január 31-én az *Explorer-1* sikeres világűrbe juttatásával az Egyesült Államok is belépett az űrkorszakba.<sup>2</sup> Még ugyanabban az évben, 1958 júliusában megalakult a National Aeronautics and Space Administration (NASA). A cél az erőforrások szétforgácsolásának megszüntetése volt, bár a katonai és az 1960-as évektől kialakuló űrbázisú hírszerzés továbbra is különálló maradt. A hidegháború korai szakaszában a két rivális hatalom közötti vetélkedés az űrre is kiterjedt, és a kezdeti szovjet sikerek után a holdrészállás lett az új cél. A *Saturn V* rakéta fejlesztése 1962-ben indult, s ennek segítségével az *Apollo-11* végül 1969. július 19-én embert juttatott a Holdra.<sup>3</sup>

A hidegháború alatt – annak váltakozó intenzitású szakaszai során – az űrtevékenység stabilan fejlődött, s a kialakított képességek nagyban hozzájárultak a két hatalom közötti nukleáris egyensúly megteremtéséhez is. A Reagan-adminisztráció alatt felmerült csillagháborús terv (SDI) végül nem valósult meg, és néhány fegyvertesztet leszámítva a szemben álló űrhatalmak nem veszélyeztették egymás képességeit. Kialakult egy olyan környezet, amelyben a világűr menedéknek (sanctuary) számított, ahol az eszközök relatíve elérhetetlenek.

A hidegháború vége után az amerikaiak hamarosan demonstrálták a világ számára, mit jelent az űrképességek erőtöbbszöröző hatása. Az 1991. évi első Öböl-háborúban megmutatkozott a globális lefedettségű helymeghatározó, navigációs és időmeghatározó rendszer, közismert nevén a GPS előnye. Ugyanakkor az Egyesült Államok egy különleges időszakot élhetett meg, azt a pillanatot, mikor igazán komoly ellenfele nem akadt. Felvethető, hogy emiatt nem fordított elegendő figyelmet a felemelkedőben lévő riválisokra, ami a fejlesztések lassulásához vezetett. Szakértők már a 2000-es évek elején is jelezték, hogy a világűr nem egy menedék, ahol az űreszközök biztonságban vannak, így fel kell készülni a fenyegetésekre.<sup>4</sup>

Ezek a figyelmeztetések azonban nem értek el igazán nagy hatást, pedig addigra Kínával már romlani kezdett a viszony. A korábbi, gyümölcsöző

<sup>1</sup> *Edl András* kutató, doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Eötvös József Kutatóközpont, Világűrjog és -politika Kutatóintézet. E-mail: edl.andras@uni-nke.hu és edlandras@gmail.com.

<sup>2</sup> Gazdag László – Mészáros István: A világűr meghódításának első 50 éve. Laurus Kiadó, Győr, 2007. 21.

<sup>3</sup> Günther Siefarth: Geschichte der Raumfahrt. C.H. Beck Verlag, München, 2001. 44-47.

<sup>4</sup> Michael E. O'Hanlon: Neither Star Wars Nor Sanctuary. The Brookings Institution, Washington D.C., 2004. 131-142.

együttműködést két baleset változtatta meg. Az egyik 1995 januárjában, míg a másik 1996 februárjában történt, mindkettő során amerikai műholdak semmisültek meg. Az 1996-os esetet követően a Christopher Cox szenátor vezette bizottság jelentése szerint a kínai fél értékes információkhoz jutott, ráadásul ipari kémkedést is folytatott. A jelentés után az Egyesült Államok szigorú exportszabályozást vezetett be a műholdakra és azok alkatrészeire. Ez a lépés a kínai űrprogramra számára csak átmeneti visszaesést jelentett, ám az amerikai vállalatok világgpiaci részesedése a kereskedelmi műholdak területén a korábbi, majdnem háromnegyedes (73%) piaci dominanciáról alig több mint negyedére (27%) esett vissza.<sup>5</sup>

Tovább fokozta a feszültséget Kína 2007. január 11-én végrehajtott műholdelhárító (ASAT) fegyverteszte. Ez még inkább kihangsúlyozta, mennyire nincsenek biztonságban az amerikai űreszközök, és egyben azt is szemléltette, hogy az Egyesült Államoknak potenciális kihívója akadt. Habár az amerikai tiltakozás erőteljes volt, a híradások szerint Washington már jóval a 2007-es esemény előtt felfigyelt a kínai kísérletekre. A New York Times 2007 áprilisában megjelent cikke szerint a washingtoni vezetés tudott a tervezett ASAT-kísérletről, figyelemmel kísérte az eseményt, de úgy döntött, ezt előzetesen nem hozza nyilvánosságra, mivel megakadályozni úgysem tudja és a csend segíthet titokban tartani, mit is tud. Ezzel szemben, ha a teszt miatt valamilyen nagyobb kár keletkezne, akkor nyúl majd az amerikai kormányzat a tiltakozás eszközeihez.<sup>6</sup> Ez utóbbi forgatókönyv következett be: a kísérlet során létrejött nagy méretű törmelékfelhő elegendő diplomáciai alapot adott Kína kárhoztatására.

A Frank Wolf szenátor által indítványozott és keresztülvitt 2011-es törvénymódosítás<sup>7</sup> tovább növelte a szakadékot. Az új szabályozás alapján a kongresszus külön engedélye nélkül a Tudomány- és Technológiapolitikai Hivatal (OSTP)<sup>8</sup> és a NASA nem végezhet semmiféle kétoldalú tevékenységet Kínával, továbbá kínai állampolgárok nem is léphetnek ezeknek az intézményeknek a területére. Ide tartozik a *Nemzetközi Űrállomás (ISS)* is, továbbá ez a korlátozás elősegítette Kína saját űrállomás építésére tett kezdeményezését. Mindenesetre Kína további gyors növekedése, Hszi Csin-ping hatalmának kiépülése, az ezzel párhuzamosan zajló asszertívabb külpolitika és a kínai űrképességek rohamos fejlődése – beleértve az újabb ASAT-teszteket – nem segítette elő a közeledést. Ilyen előzmények után érthetőbbek a 2017 után hivatalba lépő Donald J. Trump elnöksége alatt történt változások. Az Egyesült

<sup>5</sup> Kurtis J. Zinger: An Overreaction that Destroyed an Industry: The Past, and Future of U.S. Satellite Export. *University of Colorado Law Review*, 86(1), 2014, 351-387.

<sup>6</sup> Michael R. Gordon - David S. Cloud: U.S. Knew of China's Missile Tests, but Kept Silent, [www.nytimes.com/2007/04/23/washington/23satellite.htm](http://www.nytimes.com/2007/04/23/washington/23satellite.htm) (A letöltés ideje: 2023. 08. 21.)

<sup>7</sup> Public Law, 539. cikk, 112-155, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-112publ55/html/PLAW-112publ55.htm> (A letöltés ideje: 2023. 08. 19.)

<sup>8</sup> Office of Science and Technology Policy - OSTP.



Államok úgy érezték, reagálnia kell, egyfajta lépéskényszerben van, mivel relatív előnye csökken Kínához képest, beleértve a világűrt is. Az ennek nyomán meginduló belső munka eredménye elsőként dokumentumokban és rendeletekben mutatkozott meg.

## A világűr szabályozása az Egyesült Államokban

2017-ben újra működni kezdett az 1989-ben alapított, de 1993 óta gyakorlatilag csak névleg létező Nemzeti Űrtanács<sup>9</sup>. Ez a szervezet egy tanácsadó, koordináló testület, amely az utóbbi évek legtöbb világűrpolitikai dokumentumát adta ki. Vezetője az USA alelnöke, tagjai között található hat miniszter, illetve a vezérkar, a NASA, a hírszerzés, a gazdasági élet, továbbá a tudományos közösség több vezetője is.<sup>10</sup> A Nemzeti Űrtanács 2020 végén kiadott egy átfogó, az űrtevékenységet egységes koncepció alá rendelő dokumentumot, az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Űrpolitikáját.<sup>11</sup>

A dokumentum hat alapelvet nevez meg:

1. Biztosítani kell az űrtevékenység hosszú távú fenntarthatóságát és biztonságát.
2. Egy erős, innovatív és sokoldalú kereskedelmi szektor kialakítására van szükség, ami támogatja az ország érdekeit is.
3. Az Egyesült Államok kiterjeszti vezető szerepét és együtt akar működni a demokratikus, az emberi jogokat tiszteletben tartó és nyitott gazdaságú országokkal. A dokumentum a kitűzött célok között nevezi meg a Holdat és a Marsot.
4. Megerősíti, hogy sem a Hold, sem más égitest nem sajátítható ki, és nem hódítható meg. Ám a nyersanyagok bányászata és felhasználása kulcsfontosságú.
5. Minden államnak joga van az űr felfedezésére és békés felhasználására, az Egyesült Államok fel fogja használni a világűrt védelmi célokra is.
6. Mindenkinek joga van a világűr zavartalan használatához. Bármely szándékos beavatkozás a világűrben lévő rendszerek működésébe jogsértést jelent, az Egyesült Államok pedig meg fogja védeni saját és szövetségesei érdekeit, fenntartva az általa megfelelőnek ítélt válaszadás jogát.<sup>12</sup>

<sup>9</sup> National Space Council.

<sup>10</sup> Executive Order 13803. Reviving the National Space Council, <https://www.federalregister.gov/documents/2017/07/07/2017-14378/reviving-the-national-space-council> (A letöltés ideje: 2023. 09. 01.)

<sup>11</sup> National Space Policy of the United States of America.

<sup>12</sup> The President: The National Space Policy, Memorandum of December 9, 2020. 81755-81773, <https://www.federalregister.gov/documents/2020/12/16/2020-27892/the-national-space-policy> 81755-81756. (A letöltés ideje: 2023. 09. 01.)

A nemzeti űrpolitika kidolgozására kétségtelenül szükség volt, a dokumentumban foglaltak megvalósítása azonban nem mindig zökkenőmentes. Egy 2022-ben kiadott, az amerikai űrpart értékelő jelentés felhívja a figyelmet arra, hogy a bürokrácia egyes elemei nem követik a kialakított stratégiát, vagy egyenesen ellene hatnak.<sup>13</sup>

A nemzeti űrpolitikai dokumentumhoz igazodva és azt kiegészítve ugyanabban az évben, 2020. június 17-én megjelent a Védelmi Minisztérium<sup>14</sup> (DoD) által alkalmazott Védelmi Űrstratégia<sup>15</sup> összefoglalása. Ebben kiemelik: az űrkörnyezet megváltozott, a világűr többé már nem menedék, hanem műveleti terület, ahol Kína és Oroszország a főbb riválisok.<sup>16</sup>

A Védelmi Űrstratégia négy törekvési irányt<sup>17</sup> nevez meg, melyek 2030-ig érvényesek. Ezek a következők:

1. Átfogó katonai előnyre szert tenni a világűrben: ide tartozik az Űrerő felállítás, a doktrína kidolgozása, a kiképzés, az eszközök telepítése.
2. Integrálni kell a világűrt az összhaderőnemi műveletekbe: ez alá sorolható a harcérintkezés szabályainak aktualizálása, az Űrparancsnokság tevékenységének irányítása.
3. Alakítani kell a stratégiai környezetet: főleg az elrettentést, vagy annak sikertelensége esetén a konfliktus sikeres megnyerését tartják szükségesnek.
4. Együtt kell működni a szövetségesekkel, partnerekkel, az iparral, és a kormányzati minisztériumokkal, ügynökségekkel.<sup>18</sup>

A Biden-adminisztráció természetesen ugyanúgy kiadta saját vonatkozó dokumentumait. A 2021-ben megjelent Űrprioritások Keretrendszer<sup>19</sup>, illetve a 2022-es Nemzetvédelmi Stratégia (NDS)<sup>20</sup> szintén befolyásolják az űrpolitikát. A két fő kockázatforrásként továbbra is Kína és Oroszország jelenik meg, és ennek változása nem várható a közeljövőben. A keretrendszer sokkal specifikusabb a világűrt illetően. A biztonsági vonatkozások és az amerikai

<sup>13</sup> Defense Innovation Unit: State of the Space Industrial Base 2022 Report, [https://assets.ctfassets.net/3nanhbfr0pc/6L5409bpVlnVyu2H5FOFnc/7595c4909616df92372a1d31be609625/State\\_of\\_the\\_Space\\_Industrial\\_Base\\_2022\\_Report.pdf](https://assets.ctfassets.net/3nanhbfr0pc/6L5409bpVlnVyu2H5FOFnc/7595c4909616df92372a1d31be609625/State_of_the_Space_Industrial_Base_2022_Report.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 09. 18.)

<sup>14</sup> Department of Defense - DoD.

<sup>15</sup> Defense Space Strategy.

<sup>16</sup> Department of Defense: Defense Space Strategy Summary, [https://media.defense.gov/2020/Jun/17/2002317391/-1/-1/2020\\_DEFENSE\\_SPACE\\_STRATEGY\\_SUMMARY.PDF](https://media.defense.gov/2020/Jun/17/2002317391/-1/-1/2020_DEFENSE_SPACE_STRATEGY_SUMMARY.PDF) (A letöltés ideje: 2023. 09. 01.)

<sup>17</sup> Lines of Effort - LoE.

<sup>18</sup> Department of Defense: Defense Space Strategy Summary.

<sup>19</sup> U.S. Space Priorities Framework.

<sup>20</sup> National Defense Strategy - NDS.



űrinfrastruktúra védelmén kívül kiemelten szorgalmazza a privát szektor bevonását, ezáltal is erősítve a védelmi úrképességeket.<sup>21</sup>

A Védelmi Minisztérium az úrbiztonság érdekében elfogadhatónak tartja az elrettentés alkalmazását. A reziliencia kialakításához jó eszköznek tartja a rendszerek funkciók szerinti szétválasztását (disaggregation); a hálózatos szétterítést (distribution); a több eszköztípust bevonó változatossá tételt (diversification); a védelmet (protection); a nagyszámú eszköztelépítésre épülő proliferációt (proliferation); és a megtévesztést (deception).<sup>22</sup>

A nagy szakpolitikát szabályozó dokumentumon kívül más kormányzati intézmények, think tank-ek, illetve egyéni szakértők is megfogalmazzák véleményüket. Míg Kína esetében sokszor épp a források hozzáférhetősége a probléma, az Egyesült Államok esetében kifejezett forrásbőség és véleménykavalkád tapasztalható. Egy példa az intézményi kiegészítő elemzésekre a Védelmi Hírszerző Ügynökség (DIA)<sup>23</sup> legutoljára 2022-ben kiadott összegző elemzése. A fő figyelmet ebben is Kína és Oroszország kapja, de felemelkedő és potenciálisan veszélyes államként szerepel benne Észak-Korea és Irán is.<sup>24</sup>

Szakértői körökben élénk párbeszéd zajlik az amerikai és kínai stratégiai kultúra általános különbségéről. Más elemzők próbálnak specifikusan az űrtevékenységre fókuszálni és ott felfedezni az eltéréseket. Ide sorolható Peter Garetton elemzése, amely kilenc fő különbséget emel ki:

1. Kína revizionista hatalom az űrben, míg az USA a status quo fenntartására törekszik.
2. Kína az űrre földrajzi területként tekint, nem pedig funkcionális területként.
3. A kínai fegyveres erők lázadói (forradalmi) gondolkodásmóddal rendelkeznek, amely otthonosabb a szürke zónás hadviselésben, az USA konvencionálisabb.
4. Kína inkább a pozíciója megszerzésére és annak megerősítésére, míg az USA inkább a manőverezésre és a felőrlésre törekszik.
5. Kína inkább a jövőre összpontosít, nem a jelenre, a fokozatos, hosszú távú kiépítést, a „küzdelem nélküli győzelmet” részesíti előnyben.

<sup>21</sup> The White House: U.S. Space Priorities Framework, [https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/12/united-states-space-priorities-framework\\_-december-1-2021.pdf](https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/12/united-states-space-priorities-framework_-december-1-2021.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 10.)

<sup>22</sup> Department of Defense: Space Policy Review and Strategy on Protection of Satellites 2023, <https://media.defense.gov/2023/Sep/14/2003301146/-1/-1/0/COMPREHENSIVE-REPORT-FOR-RELEASE.PDF> (A letöltés ideje: 2024. 01. 05.)

<sup>23</sup> Defense Intelligence Agency – DIA.

<sup>24</sup> Defense Intelligence Agency: Challenges to Security in Space 2022, [https://www.dia.mil/Portals/110/Documents/News/Military\\_Power\\_Publications/Challenges\\_Security\\_Space\\_2022.pdf](https://www.dia.mil/Portals/110/Documents/News/Military_Power_Publications/Challenges_Security_Space_2022.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 10.)

6. Az USA a világűrre úgy tekint, mint elkülönített katonai, kereskedelmi stb. hatalomra. Kína ezzel szemben átfogó hatalomként tekint rá.
7. Az USA inkább geocentrikus, míg Kína inkább ciszlunáris központú (vagyis a Föld és a Hold közötti, illetve azt szorosan körülvevő térségre koncentrálnak).
8. Az USA elsősorban presztízisének megőrzése, atomfegyverek alkalmazása és hírszerzés szempontjából tartja fontosnak a világűrt. Kína számára fontosabb a katonai képességeket biztosító űrbeli gazdasági és ipari hatalom.
9. Kína gazdasági és ipari úrcéljai kívül esnek bármelyik amerikai minisztérium hatáskörén.<sup>25</sup>

Ezek a különbségek nem vagy-vagy relációban léteznek, sokkal inkább hangsúlyokként jelennek meg a két állam űrtevékenységében. Igazságtartalmuk, az elemzések pontossága szintén fontos, de ettől függetlenül is figyelembe kell venni, hogy az amerikai szakmai vitákat ilyen és ehhez hasonló kísérletek is színesítik, melyekben a saját tevékenység fokmérője a nagy riválisnak gondolt Kína viselkedése. Ez egyrészt logikus, hiszen az ázsiai országgal esélyes egy konfliktus, ugyanakkor fennáll a lehetősége a túlzott fixációnak, a pusztá reagálásnak is.

## Költségvetés

A dokumentumokban lefektetett célok realizálása nem lehetséges a megfelelő erőforrások ráfordítása nélkül. Az Egyesült Államok űrköltségvetése viszonylag nagy pontossággal meghatározható, bár bizonyos titkos programok és azok költségvetése nem nyilvánosak, így nem lehet felmérni, mire is fordítanak bizonyos összegeket. A Washington által juttatott kormányzati űrköltségvetés a becslések szerint 2022-ben 61,96 milliárd amerikai dollár volt. Abban az évben az amerikai ráfordítások 65%-át tették ki a globális űrköltségvetésnek, ami összesen 103 milliárd dollár volt. Ez egyértelmű domináns pozícióról árulkodik, és akkor még nem beszéltünk a kereskedelmi szektorban megjelenő összegekről. 2022-ben a Euroconsult megfigyelte, hogy a védelmi költségvetések mértéke abban az évben is nőtt a polgári programokhoz képest, és a 2022-es prognózis szerint a védelmi kiadások majd csak

<sup>25</sup> Peter Garretson: The Nine Distinction. In: Outer Space; Earthly Escalation? Chinese Perspectives on Space Operations and Escalation. (szerk. Nicolas Wright) 31-37., [https://nsiteam.com/social/wp-content/uploads/2018/08/SMA-White-Paper\\_Chinese-Persepectives-on-Space\\_-Aug-2018.pdf](https://nsiteam.com/social/wp-content/uploads/2018/08/SMA-White-Paper_Chinese-Persepectives-on-Space_-Aug-2018.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)



2031 körül haladják meg a polgári programokra fordított összeget.<sup>26</sup> Ehelyett a 2023-as jelentésben már egy nagy fordulatról számolnak be, teljesen rá-cáfolva az egy évvel korábbi várakozásokra, ugyanis 2031 helyett már 2023-ban megfordult az arány, és a védelmi kiadások átvették a vezető szerepet. A számok alapján a kormányzati úrköltségvetés 117 milliárd dollár volt, és ez az igen jelentős, 15%-os növekedés jól mutatja az űrszektor kiemelt fontosságát. Nem meglepő módon az Egyesült Államok megtartotta a vezető szerepét, és az éves kormányzati úrköltségvetése már 73,2 milliárd dollár volt.<sup>27</sup> Százalékban kifejezve ez 18,42%-os növekedést jelent, ami meghaladta a világszámot, és érdekes módon majdnem azonos mértékű, mint Kínáé a maga 18,6%-ával. Ezt az értéket mindenesetre a helyén kell kezelni, hiszen a kínai költségvetés alacsonyabb volt, így abszolút értékben az Egyesült Államok jóval nagyobb összegű emelést hajtott végre, mint Kína. Más kérdés viszont a kínai piac árazása, az, hogy egy dollár mennyit is ér ott az űriparon belül, így a költségvetések nehezebben vethetők össze.

Az amerikai költségvetésről további részletek is fellelhetők. A NASA költségvetésére a Biden-adminisztráció 2024-ben 27,2 milliárd dollárt kért a Kongresszustól, azonban a hírek szerint a Kongresszus egy költési felső limitet határozott meg 2024-re és 2025-re, így a költségvetést gyakorlatilag a 2023-as szinten rögzítette. Az Artemisz program volt az, ami egyértelműen prioritást élvezett a törvényhozók körében, így a NASA kénytelen volt egyes tudományos projektektől forrásokat elvonni.<sup>28</sup>

Az Űrerő költségvetése szintén hozzáférhető. 2021-ben 15,4 milliárd dollár, 2022-ben 18,5 milliárd, 2023-ban 26,1 milliárd volt, 2024-re pedig 30 milliárd dollárt igényeltek. A stabil emelkedés tisztán látszik. Az is megfigyelhető, hogy már 2023-ban is többet kaptak, mint a NASA, így a Euroconsult által feltárt trend itt is tükröződik, a védelmi űrkiadások meghaladják a civil programokat. A 2024-es igény 15%-kal magasabb, mint a 2023-as megítélt összeg, azonban az Űrerő tervei szerint 2025-ben és 2026-ban 30 milliárdnál nem emelkedne tovább és csak 2027-ben lenne egy nagyobb emelés 2024-hez képest. A beszerzést illetően a fő hangsúlyt a rakétaindítások, a GPS-műholdak, az űrbázisú rakétaindítást jelző rendszerek és a műholdas kommunikáció kapja majd. Érdekes, hogy az indításokat leszámítva mindegyik kategóriához nagyobb kutatási és fejlesztési kereteket rendeltek,

<sup>26</sup> Euroconsult: New record in Government Space Defense spendings driven by investment in Space Security and Early Warning, <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-record-in-government-space-defense-spendings-driven-by-investments-in-space-security-and-early-warning/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 26.)

<sup>27</sup> Euroconsult: New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures, <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-historic-high-for-government-space-spending-mostly-driven-by-defense-expenditures/> (A letöltés ideje: 2023. 12. 21.)

<sup>28</sup> The Planetary Society: NASA's FY 2024 Budget, <https://www.planetary.org/space-policy/nasa-fy-2024-budget> (A letöltés ideje: 2024. 02. 01.)



mint a konkrét beszerzésre.<sup>29</sup> Ez az egész költségvetésben megfigyelhető, ugyanis az igényelt 30 milliárdból 19,2 milliárd dollárt fordítanak kutatásra és fejlesztésre. A beszerzésre 4,7 milliárd, a működési költségekre 4,9 milliárd, az állományra pedig 1,9 milliárd dollárt szánunk. Emellett várhatóan tizenöt indítást hajtanak majd végre, a 2023-as tízhez képest.

Ehhez járul még az amerikai űrképességek jelentős hányadát magáénak tudható Nemzeti Felderítő Hivatal (NRO)<sup>30</sup> költségvetése, azonban erről lényegesen kevesebb az információ. A CIA, az NSA és az NRO költségvetése is a köznyelvben Fekete Költségvetés (Black Budget) néven emlegetett keretből származik. Bizonyos információk hozzáférhetőek voltak, de 2017-től az NRO már az alkalmazottak létszámát, nemi összetételét stb. sem osztja meg.<sup>31</sup> Az Egyesült Államok teljes hírszerzési költségvetése két kategóriára oszlik, a Nemzeti Hírszerző Programra (NIP)<sup>32</sup> és a Katonai Hírszerző Programra (MIP)<sup>33</sup>. Utóbbi a Védelmi Minisztérium hírszerzési költségeit fedezi, míg az előbbi 2022-ben és 2023-ban magasabb összeget kapott végül, mint az eredetileg igényeltek. 2023-ban a NIP 71,2 milliárd dollárt, a MIP pedig 27,9 milliárd dollárt fordíthatott a kiadásaira. 2024-re a NIP 72,4 milliárdot, míg a MIP 29,3 milliárd dollárt igényelt. Ha a trend folytatódik, ezeket az összegeket bizonyosan megkapják, vagy akár többet is.<sup>34</sup> A NIP alá elvileg 18 ügynökség tartozik, köztük a CIA, de vannak köztük olyanok is, amelyek a belföldi hírszerzésért felelősek. Más ügynökségek, például a Nemzetbiztonsági Ügynökség (NSA)<sup>35</sup> mindkét keretből juthatnak forráshoz. Az NRO is ebbe a vegyes finanszírozású csoportba tartozik, ám esetében a pontos összeg nem ismert.

Megjegyzendő, hogy az Egyesült Államok űrképességeit fenntartó ipari bázis szereplőinek üzleti adatai is nagyrészt hozzáférhetőek. Az olyan cégek, mint a Lockheed Martin, a Boeing, a Northrop Grumman stb. rendszeres, nyilvános jelentésekkel számolnak be a teljesítményükről, ami a részvények árfolyamát is befolyásolja. Más cégek, melyek nem szerepelnek a tőzsdén – mint például a SpaceX vagy a Sierra Nevada Corporation – kevesebb adatot osztanak meg, de az elnyert pályázatok összegei és más fontos információk elérhetőek. Összességében ez egy lényegesen stabilabb, a befektetők számára vonzóbb környezetet teremt, mint akár a kínai, akár az orosz űripari szegmens.

<sup>29</sup> Office of the Under Secretary of Defense: U.S. Department of Defense Fiscal Year 2024 Budget Request, [https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/FY2024/FY2024\\_Weapons.pdf](https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/FY2024/FY2024_Weapons.pdf) (A letöltés ideje: 2024. 02. 01.)

<sup>30</sup> National Reconnaissance Office – NRO.

<sup>31</sup> NRO Denies Release of Unclassified Portions of FY 2016 Budget Justification Book, <https://sgp.fas.org/news/2017/01/nro-cbjb.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 09. 20.)

<sup>32</sup> National Intelligence Program – NIP.

<sup>33</sup> Military Intelligence Program – MIP.

<sup>34</sup> Office of the Director of National Intelligence: U.S. Intelligence Community Budget, <https://www.dni.gov/index.php/what-we-do/ic-budget> (A letöltés ideje: 2023. 09. 20.)

<sup>35</sup> National Security Agency – NSA.



## Az Űrparancsnokság és az Űrerő

Az 1958-ban alapított NASA az űrtevékenység civil részéért felel, habár időszakosan olyan küldetéseket is végrehajtott (például az űrsiklóval), amelyek során katonai hasznos terhet szállított a világűrbe. Jelenleg a világ legjobban finanszírozott és az egyik legismertebb űrügynöksége. Tudományos projekteket, alap kutatásokat, bolygóközi küldetéseket hajt végre, s ezek közül sok megragadja a közvélemény figyelmét is. Ebben a fejezetben – elismerve a NASA jelentőségét és teljesítményét – nem vizsgáljuk részletesebben a tevékenységét, de fontos megjegyezni, hogy a NASA által használt létesítmények bizonyos esetekben közös használatúak.

Biztonsági szempontból lényegesen fontosabb szervezet az Egyesült Államok Űrparancsnoksága (USSC)<sup>36</sup>, amely 1985 és 2001 között már létezett, és akkor elsősorban a Stratégiai Védelmi Kezdeményezés (SDI)<sup>37</sup> vagy közismertebb nevén a csillagháborús terv megvalósításának támogatására állították fel. 2001-re azonban az SDI kiépítése nem volt többé prioritás, és a terrorizmus elleni háború került előtérbe, így működését megszüntették. Az első korszak egyik legnagyobb tanulsága éppen az volt, hogy önmagában egy parancsnokság létrehozása kevés a célok eléréséhez, mivel számtalan problémát nem tud megoldani. A 2001 utáni időszak azt is megvilágította, miért problémás egy haderőnem alá tagolni az űrképességeket. 2001 után az amerikai légierő (USAF)<sup>38</sup> alá tartozott a Légierő Űrparancsnoksága (AFSC)<sup>39</sup>, amely a világűrért felelt, de a légierő mint haderőnem fő célkitűzése miatt a világűr mindig háttérbe szorult. Ha nőtt is a légierő költségvetése, az űrképességek fejlesztésére nem fordítottak ezzel arányosan többet. Ugyancsak megoldatlanok voltak a személyzeti problémák, a felelősség széttagolása, a felszerelések lassú beszerzése és a koncepció hiánya. A hiányosságok felsmerése után megindult egy korrekciós folyamat, figyelembe véve a tanulságokat.<sup>40</sup>

Az USSC újbóli felállítására már 2018-ban hangzottak el utalások, de ekkor már szorosan együtt emlegették azt egy űrhadtest vagy külön haderőnem felállításával. Végül 2019 augusztusában kezdte meg működését, s ezzel létrejött a 11. egyesített műveleti parancsnokság. Már felállításakor az Űrparancsnokság legelső feladatai között volt a rendelkezésre álló, különböző szervezetek alá tartozó űreszközök összefogása, illetve a zavaros, számtalan

<sup>36</sup> United States Space Command – US SPACECOM/USSC.

<sup>37</sup> Strategic Defense Initiative – SDI.

<sup>38</sup> U.S. Air Force – USAF.

<sup>39</sup> Air Force Space Command – AFSC.

<sup>40</sup> Edl András: Az Egyesült Államok Űrparancsnokság és Űrereje. Létrehozásuk okai és folyamata. Hadtudomány, 30(4), 2020, 20–30., [http://real.mtak.hu/124265/1/020-030\\_Edl-Andras.pdf](http://real.mtak.hu/124265/1/020-030_Edl-Andras.pdf).

szervezet által felosztott világűrbeli tevékenységek rendezésének segítése.<sup>41</sup> Fő feladatai a Védelmi Minisztérium által rendelkezésére bocsátott űreszközök és alakulatok irányítása, a műveletek tervezése és koordinálása.

Szorosan követve az USSC felállítását – széles körű szakmai és politikai viták után – a Trump-adminisztráció kiadta 4. számú világűr-politikai rendeletét (SPD-4)<sup>42</sup> amiben utasítást adott az Űrerő<sup>43</sup> létrehozására. 2019 decemberében az elnök aláírta a 2020. évi költségvetést, és ezzel hivatalosan is megalakult az Űrerő, amelynek feladata az Egyesült Államok űrhaderojének megszervezése, kiképzése és felszerelése. A civil szervezetek, mint a NASA, illetve a Nemzeti Felderítő Hivatal (NRO)<sup>44</sup>, továbbá más hírszerző szolgálatok űreszközei nem tartoznak a fennhatósága alá. Ugyan a Légierő Minisztériuma<sup>45</sup> alá tartozik – akárcsak a tengerészgyalogság a hadiflotta alá –, mégis új haderőnemnek minősül.



Az amerikai Űrerő (© JAPPC)

A Légierő Minisztériumához tartozó Űrerő (USSF) mint haderőnem alá három főbb parancsnokság tartozik: az Űrrendszerek Parancsnoksága (SSC),<sup>46</sup> az Űrműveleti Parancsnokság (SpOC)<sup>47</sup> és a Kiképzési és Készenléti Parancsnokság (STARCOM).<sup>48</sup> A támogatóegységként működő helyőrségek és a meghatározott feladatok köré szervezett delták (deltas) képezik a főbb egységeket. A 100. oldalon látható 1. ábra csak a deltákat mutatja, s ezekből a legtöbb az Űrműveleti Parancsnokság alá tartozik.

<sup>41</sup> Department of Defense: Annual Report to Congress – Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2019, [https://media.defense.gov/2019/May/02/2002127082/-1/-1/1/2019\\_CHINA\\_MILITARY\\_POWER\\_REPORT.pdf](https://media.defense.gov/2019/May/02/2002127082/-1/-1/1/2019_CHINA_MILITARY_POWER_REPORT.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 14.)

<sup>42</sup> Space Policy Directive-4 – SPD-4.

<sup>43</sup> U.S. Space Force – USSF.

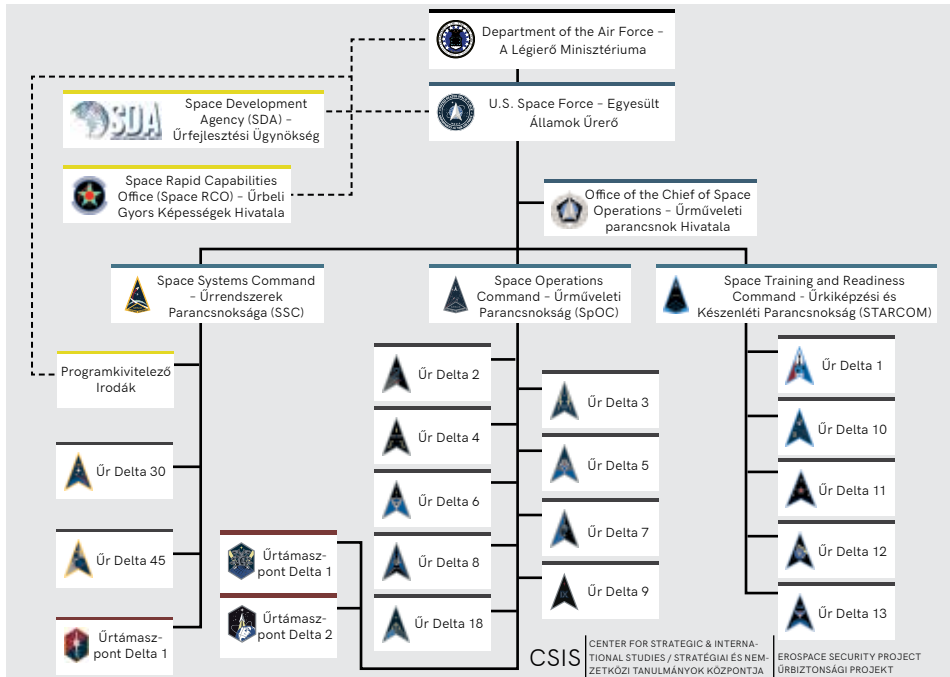
<sup>44</sup> National Reconnaissance Office – NRO.

<sup>45</sup> U.S. Department of the Air Force.

<sup>46</sup> Space Systems Command – SSC.

<sup>47</sup> Space Operations Command – SpOC.

<sup>48</sup> Space Training and Readiness Command – STARCOM.



1. ábra: Az Űrerő szervezeti felépítése<sup>49</sup>

Az egyik érdekes szervezeti egység a közvetlenül az Űrerő parancsnoksága alá rendelt Űrfejlesztési Ügynökség (SDA)<sup>50</sup>. Eredetileg önálló szervezetként kezdte meg működését 2019 márciusában, bár már akkor is tudható volt, hogy önállósága átmeneti. Fő feladatai közé tartozik az Űrerőben használható új csúcstechnológiák kifejlesztésének gyorsítása. Főként koordinációs szerepet lát el, neki kell biztosítania, hogy a telepített űrképességek egységes rendszerként működjenek. A Secure World Foundation 2020-as elemzése szerint a Biden-adminisztráció egyik legfőbb feladata éppen a felszerelés-beszerezések rendezése volt, mivel 2017-ben még több mint 60 szervezetnek volt valamilyen befolyása a világűrre érintő beszerzések terén.<sup>51</sup> A másik probléma a beszerzésekkel és az új eszközök rendszerbe állításával az, hogy a riválisaikhoz mérten meglehetősen lassú a ciklus, akár 10–15 év is eltelhet, míg Kína esetében nem volt ritka, hogy mindössze öt év alatti eljutottak

<sup>49</sup> Center for Strategic & International Studies: U.S. Space Force Primer, [https://aerospace.csis.org/wp-content/uploads/2022/12/SpaceForcePrimer\\_Dec22.pdf](https://aerospace.csis.org/wp-content/uploads/2022/12/SpaceForcePrimer_Dec22.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 18.)

<sup>50</sup> Space Development Agency - SDA.

<sup>51</sup> Secure World Foundation: Space Policy and Sustainability, [https://swfound.org/media/207084/swf\\_space\\_policy\\_issue\\_briefing\\_2020\\_web.pdf](https://swfound.org/media/207084/swf_space_policy_issue_briefing_2020_web.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 15.)

az ötlettől a rendszerbe állításig.<sup>52</sup> A szervezet támogatói és vezetése – mindegyik nem várt politikai fejlemény ellenére – igyekeztek kitolni az Űrerő alá való betagozódást egészen addig, amíg nem tudnak felmutatni kézzelfogható eredményt, illetve igazolni az általuk bevezetett rétegekre (layers) épülő új védelmi űrinfrastruktúra koncepcióját.<sup>53</sup> Az Űrerő szervezeti felépítését a 100. oldalon látható 1. ábra mutatja be.

Mire az SDA 2022 októberében az Űrerő irányítása alá került, már sikerült igazolni a 2018-ban bemutatott „űrjövőkép” (space vision) elképzelés érvényességét, így napjainkban ez alapján végzik az amerikai védelmi űrképességek megreformálását és fejlesztését. A jövőképben felvázolt nyolc cél eléréséhez egy többlépcsős megközelítés vezet. A nagy méretű és drága műholdak nem fognak teljesen eltűnni, de használatukat kiegészítik majd eltérő funkciójú műholdkonstellációkkal. Az így létrejövő Nemzeti Védelmi Űrarchitektúra (NDSA)<sup>54</sup> összesen hét rétegből áll majd, ezek a következők:

1. Szállító (Transport): A földi egységek összeköttetését és adatokkal ellátását szolgálja. Ez voltaképpen a vezetés és irányítás biztosítását jelenti. A műholdak száma 300 és 500 között mozog, kommunikációjuk optikai alapon zajlana (OISL)<sup>55</sup>, és alacsony Föld körüli pályán (LEO) keringenek. Eredetileg 2026-ra ütemezték a rendszer elkészültét.<sup>56</sup>
2. Harcírányító (Battle Management): Kommunikációs és irányító funkciói mellett aktuális információkkal látja el a harcoló egységeket. Ez a rendszer hangolja össze az érzékeléssel foglalkozó rétegeket.<sup>57</sup>
3. Követő (Tracking): Az ellenfelek rakétáinak, különösen a fejlesztés alatt álló hiperszonikus eszközöknek a követése lesz a feladata.
4. Felügyeleti (Custody): Szerepe a rakéták indításához szükséges eszközök felderítése és követése. A lehetséges célpontok adatait továbbítja majd a földi fegyverrendszereknek, és lehetővé teszi a valós idejű célmegjelölést. Ez a réteg nem igényel különálló műholdakat, az érzékelőket inkább egyéb funkciót ellátó űreszközökre telepítik.<sup>58</sup>
5. Navigációs (Navigation): A GPS zavarása vagy kiesése esetén ez a réteg képes lesz adatokat szolgáltatni a navigációhoz, illetve a helyzet- és időmegtározáshoz.

<sup>52</sup> VBExtra: Space Development Agency, <https://www.youtube.com/watch?v=2B-RM5aOanE> (A letöltés ideje: 2023. 08. 15.)

<sup>53</sup> Edl András: Az Amerikai Egyesült Államok Űrstratégiája. Felderítő Szemle, 20(3), 2021, 30-46., <https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2021-3.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 08. 14.)

<sup>54</sup> National Defense Space Architecture – NDSA.

<sup>55</sup> Optical Inter-Satellite Links – OISL.

<sup>56</sup> Space Development Agency: Transport, <https://www.sda.mil/transport/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 14.)

<sup>57</sup> VBExtra: Space Development Agency.

<sup>58</sup> Matthew Greenwood: The Pentagon Has a Plan to Defend Against Hypersonic Missiles, <https://www.engineering.com/story/the-pentagon-has-a-plan-to-defend-against-hypersonic-missiles> (A letöltés ideje: 2023. 08. 16.)



6. Új Képességek/Elrettentés (Emerging Capabilities/Deterrence): Ennek a konstellációnak lesz a feladata, hogy a mélyűrből vagy a geostacionárius pályákon túlról érkező veszélyekre reagáljon, legyenek azok a rivális hatalmak tevékenységei vagy természetes eredetű fenyegetések. Hatóköre akár a Holdig is terjedhet.<sup>59</sup>
7. Támogató (Support): Ez valójában egy olyan földi hálózat, amely biztosítja az egész NDSA működését és karbantartását. A tervek szerint a modernizálás, a bővítés és a rakétaindítások ütemezése is ide tartozna.

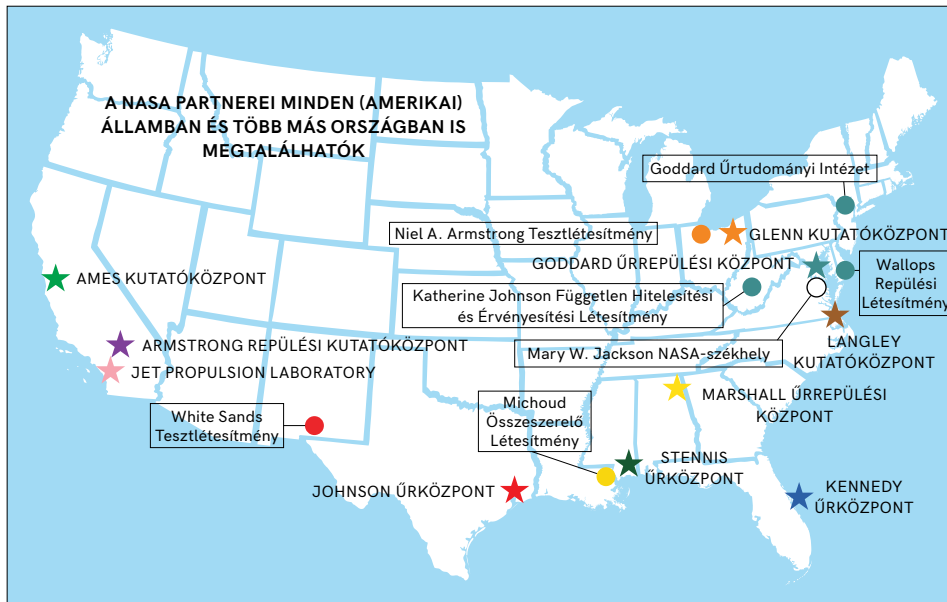
A jelek szerint 2024 elejére – a fenti koncepció igazolásán felül – az SDA ténylegesen gyorsabbá és rugalmasabbá tette a beszerzést és a kutatás-fejlesztési (K+F) tevékenységet, ugyanakkor a módszer hosszú távú érvényessége még kérdéses. Aaron Bateman amerikai úrpolitikai szakértő szerint: „Az Űrfejlesztési Ügynökség, amely most az USSF alá tartozik, valóban képes volt kiiktatni a beszerzési bürokrácia nagy részét, amely a DoD beszerzéseit jellemzi. Túl korai lenne azonban még megmondani, hogy ez valóban sikeres modell-e, de eddig úgy tűnik, hogy az SDA »gyorsan lépni« stratégiája működik.”<sup>60</sup>

## A földi infrastruktúra

A földi infrastruktúrát illetően az Egyesült Államok civil és védelmi vonalon is több támaszponttal rendelkezik, főleg az ország déli felében, illetve a fejlettebb partvidékeken. Ez nem meglepő, mivel a népességi központokra és a fejlett ipari, illetve tudásbázisra szüksége van, valamint az Egyenlítőhöz közelebbi elhelyezkedés segíthet a hasznos teher pályára állításában. A 2. ábra a NASA nagyobb létesítményeit mutatja be. A Kennedy elnökről elnevezett floridai űrkikötő több privát cég és az Űrerő létesítményeinek is helyet ad, amelyek a teszthelyszíneket is időszakosan igénybe vehetik a saját fejlesztéseik kipróbálásához.

<sup>59</sup> Space Development Agency: Emerging Capabilities, <https://www.sda.mil/emerging-capabilities/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 17.)

<sup>60</sup> Arron Bateman: 2024. február 6-án készített írásbeli interjú dr. Aaron Bateman (Washington State University) úrpolitikai szakértővel.



2. ábra: A NASA létesítményei honi területen<sup>61</sup>

A térkép az Egyesült Államokra szorítkozik, azonban az amerikai szervezetek globális lefedettséggel rendelkeznek a követőlétesítmények és más földi telepítésű infrastruktúraelemek tekintetében (lásd a 4. ábrát a 105. oldalon). A riválisnak számító Kína ezeket a képességeket igyekszik megszerezni.

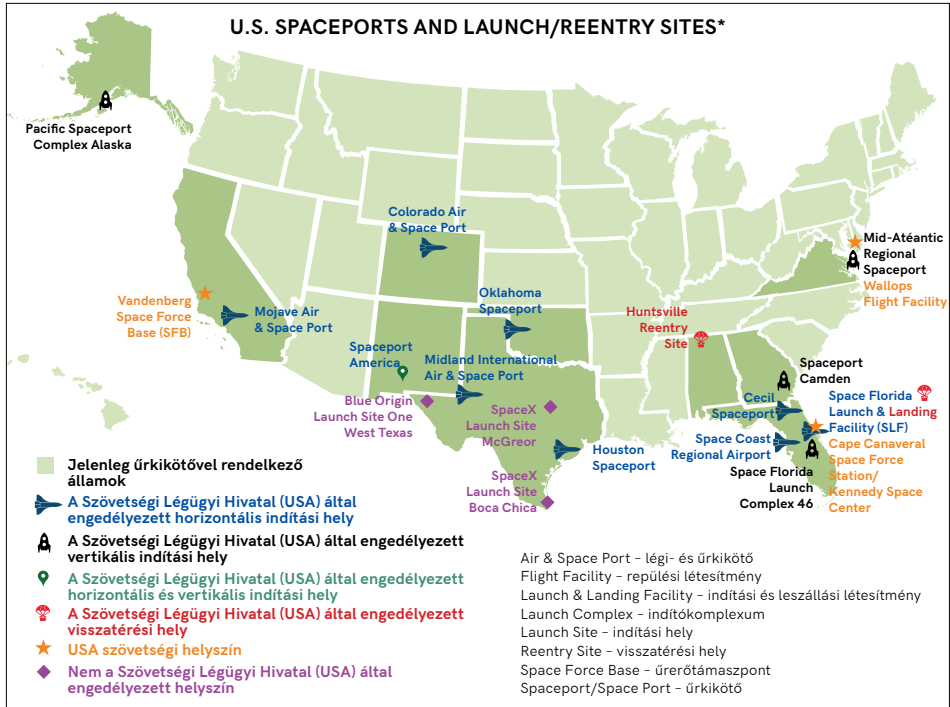
A harmadik ábra az űrközpontokra, űrkikötőkre fókuszál, és fel van rajta tüntetve néhány privát cég által üzemeltetett létesítmény is, ami érzékelteti a civil szféra növekvő szerepét.

Az Űrerő hat nagyobb támaszponttal rendelkezik, amelyek gyakran a légerő egykori létesítményeiben vagy azokkal közös támaszponton találhatóak. Ezek a következők:

- Buckley, Colorado állam
- Peterson, Colorado állam
- Schriever, Colorado állam
- Los Angeles, Kalifornia állam
- Vandenberg, Kalifornia állam
- Patrick, Florida állam<sup>62</sup>

<sup>61</sup> NASA: NASA Locations, Capabilities and Points of Contact, <https://www.nasa.gov/partnerships/nasa-locations-capabilities-and-points-of-contact/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 19.)

<sup>62</sup> U.S. Space Force: Bases, <https://www.spaceforce.com/bases> (A letöltés ideje: 2023. 08. 19.)



3. ábra: Űrközpontok az Egyesült Államokban (2022)<sup>63</sup>

A civil és a védelmi űrtevékenységet egyformán figyelembe véve kijelenthető, hogy a két legjelentősebb létesítmény a Florida állambeli Kennedy Űrközpont és az Űrerő kaliforniai Vandenberg támaszpontja. A Kennedy Űrközpont (KSC)<sup>64</sup> területe már a NASA megalakulásakor az ügynökség tulajdonába került, de a központ hivatalosan csak 1962-ben kezdte meg működését. A legtöbb amerikai űrprogramban fontos szerepet játszott, és jelenleg is az ország űrtevékenységének legfontosabb helyszíne. Látogatóközpontja és a popkultúrában betöltött szerepe az egyik legismertebb létesítménnyé tette az egész országban.

A Vandenberg Űrerő Bázis<sup>65</sup> eredetileg 1957-ben került át a légierőhöz, és innen indították útjára a világ első poláris pályán keringő műholdját, a *Discoverer-1*-et. A 2021-ben jelenlegi nevére átkeresztelt létesítmény többféle rakétatípus üzemeltetésére, valamint és az *X-37B* fogadására is alkalmas. A bázison képviselteti magát a NASA és az NRO is.<sup>66</sup>

<sup>63</sup> Federal Aviation Administration: Office of Spaceports, [https://www.faa.gov/space/office\\_spaceports](https://www.faa.gov/space/office_spaceports) (A letöltés ideje: 2023. 08. 19.)

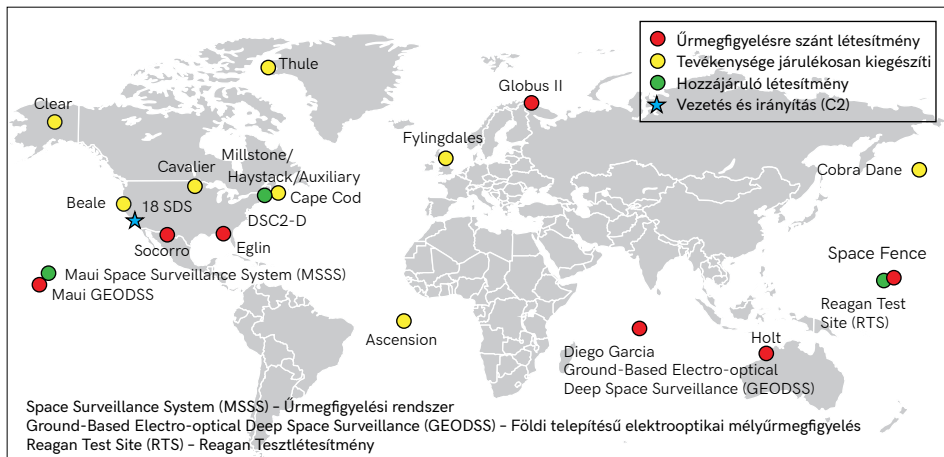
<sup>64</sup> Kennedy Space Center – KSC.

<sup>65</sup> Vandenberg Space Force Base.

<sup>66</sup> U.S. Space Force: Vandenberg Space Force Base, <https://www.vandenberg.spaceforce.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/736798/vandenberg-space-force-base/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 19.)



A 4. ábra térképén az amerikai űrinfrastruktúra és az Űrerő űrmegefigyelési hálózatának (SSN)<sup>67</sup> kiterjedtsége látható, a bázisok globális elhelyezkedésével együtt.



4. ábra: Az Űrerő globális űrmegefigyelési hálózata<sup>68</sup>

Nem minden támaszpont foglalkozik kizárólag védelmi célú űrmegefigyeléssel, bizonyos létesítmények csak besegítenek, ám így is igazolható a globális jelenlét.

## Az ipari háttér és az ellátási láncok

Az űrtevékenységet biztosító ipari és logisztikai infrastruktúra voltaképpen ugyanúgy a földi infrastruktúrához tartozik, de sajátosságai és módszertani okok miatt külön kezelik. Az Egyesült Államok űripára rendkívül fejlett és jó ütemben fejlődik, a gerincét alkotó vállalatok magas szintű szolgáltatásokat nyújtanak és életképesek. Némelyikük csak a világűrre fókuszál, úgymint a SpaceX, a Blue Origin, a Sierra Nevada Corporation, az ULA és mások. De megtalálhatók köztük olyan nagyvállalatok is, melyek számos más területen, sokszor védelmi vonalon is tevékenykednek és kereskednek a tőzsdén. Ilyenek a Boeing, a Lockheed Martin, a Northrop Grumman vagy a Raytheon Technologies.

<sup>67</sup> Space Surveillance Network – SSN.

<sup>68</sup> What's Up There, Where Is It, and What's It Doing? The U.S. Space Surveillance Network, [https://nsarchive.gwu.edu/sites/default/files/2023-03/ssn\\_map\\_u.s.\\_space\\_force.jpg](https://nsarchive.gwu.edu/sites/default/files/2023-03/ssn_map_u.s._space_force.jpg) (A letöltés ideje: 2023. 08. 10.)



A legutoljára 2022-ben megjelent úripari háttérelmezés szerint ettől függetlenül számos dologban kell még változást elérni. Az államapparátus hozzáállása még mindig nem teljesen támogató az úriparral kapcsolatban, szükség van intézményi átalakításokra, erősíteni kell a kutatás-fejlesztést és tovább kell támogatni az ipart, különösen a start-upok indulását. A jelentés megemlíti a kínai úripar még az amerikainál is gyorsabb fejlődését, és a Covid-járvány által is érintett ellátási láncok problémáit.<sup>69</sup> A Govini 2023-ban publikált elemzése megerősíti a kínai fejlődés gyorsabb ütemét, amire példaként hozza az úripari szabadalmi kérvények egyre nagyobb számát, melyek 2022-re lehagyták az Egyesült Államok hasonló mutatóit, mivel Kínában 60 000 feletti igényt adtak be, míg az amerikaiak száma ennek felét sem érte el. A Govini elemzése egy másik problémára is rávilágít: a világúripar ellátási hálózatában az alsó szinten (Tier 2) 27 043 beszállító közül 565 kínai vállalat volt. A magasabb szintű (Tier 1) 7784 beszállító között pedig 502 kínai vállalat szerepelt.<sup>70</sup> Százalékosan ez nem nagy arány, de még mindig nagyobb mindkét szinten, mint bármely más szövetséges ország részvétele. Emellett a pusztá számok nem árulják el, hogy mennyire kritikus szerepet töltenek be ezek a kínai entitások az ellátási láncokban.

Az úripart érintő ellátási problémák közül jelentősnek mondhatók a kritikus és a stratégiai nyersanyagok beszerzésének nehézségei. A rendszeresen nyilvánosságra hozott listák rendre tartalmaznak olyan anyagokat, amelyeket az úripar is használ. Ráadásul közülük soknak a kitermelése és magasabb szintű feldolgozása Kínától függ.<sup>71</sup> Peking nemcsak a ritkaföldfémek esetében alkalmazza az úgynevezett nyersanyag-diplomáciát, hanem 2023 nyarától már olyan elemek esetében is, mint a germánium vagy a gallium. Mindkettő fontos alkotóeleme a high-tech csipeknek és az űreszközökön használt nagy teljesítményű napelemeknek.<sup>72</sup>

További problémát jelenthetnek egyes alkatrészek és komponensek esetleges hibái, vagy a szándékosan beépített kiskapuk. Az úripar kénytelen bizonyos dolgokat külföldről vásárolni. A mikrocipek esetében az amerikai Intel már nem éri el a tajvani TSMC vagy a koreai Samsung színvonalát. Ám ez biztonsági kockázatot is jelent, ezért a csúcstechnológiai fejlesztésekkel foglalkozó DARPA a zéró bizalom politikáját követi, és minden alkatrészt gondosan

<sup>69</sup> Defense Innovation Unit: i. m.

<sup>70</sup> Govini: The 2023 National Security Scorecard, <https://govini.com/wp-content/uploads/2023/07/Govini-2023-National-Security-Scorecard.pdf> (A letöltés ideje: 2024. 01. 13.)

<sup>71</sup> U. S. Geological Survey: Mineral Commodity Summaries 2024, <https://pubs.usgs.gov/publication/mcs2024> (A letöltés ideje: 2024. 02. 11.)

<sup>72</sup> Matthew P. Funairole et al.: Mineral Monopoly. China's Control over Gallium Is a National Security Threat, <https://features.csis.org/hiddenreach/china-critical-mineral-gallium/> (A letöltés ideje: 2024. 02. 11.)

ellenőriz.<sup>73</sup> Kihasználva vezető szerepét az ágazatban, 2020-ban az Egyesült Államok és több nyugati szövetségese – párhuzamosan a kínai ellátási láncoktól való távolodási kísérleteivel – elkezdte szorosabban korlátozni a Kínába áramló csúcstechnológiájú termékek kereskedelmét. A cél a kínai fejlődés és ezen belül a védelmi és az űripar fejlődésének lassítása. Ezek az intézkedések némileg hatékonyak ugyan, de – mint azt a kereskedelmi háborúban a chipekre fókuszáló könyvében Chris Miller hangsúlyozza – csupán ideiglenesek, hiszen az országok megtalálják a korlátozások kijátszásának módjait a globális piacon.<sup>74</sup>

Az Egyesült Államok figyelme is fokozatosan a kínai technológiai szint korlátozása felé fordult, így háttérbe kerül a korábban domináns nyersanyagellátási probléma. Ez tükröződik az Egyesült Államok és Kína gazdasági és biztonsági viszonyait rendszeresen felülvizsgáló bizottság éves jelentéseiben is. A 2022. évi jelentés 4. szakasza kiemelte az ellátási lánc sebezhetőségét és a kulcsfontosságú szegmensek kínai koncentrációját. Ezek között szerepeltek a gyógyszerhatóanyagok, a ritkaföldfémek, az öntvények stb., miközben azt állítják, hogy Kína szándékosan próbálja fenntartani vagy növelni befolyását az amerikai ellátási láncok felett.<sup>75</sup>

Bár a 2023-as jelentés még mindig említést tesz az ellátási láncok problémáiról, már nem ugyanolyan mértékben, mint korábban, és ez a probléma már nem is kap külön részt a dokumentumban. Ugyanakkor a 2023-as jelentés egyik külön szakasza nagyrészt a kínai űrképességek gyors fejlődésével és a technológiai versenyben vezető szerepre törő Kína szankciókat megkezdő lépéseivel foglalkozik.<sup>76</sup>

## Rakéták és űrhajók

1981-ben a *Columbia* űrsikló első repülésével vette kezdetét az a szolgálat, amelynek során az űrsiklók 2011-es nyugdíjazásukig 135 küldetést teljesítettek. Az űrsikló segített felépíteni a Nemzetközi Űrállomást: az összeszereléshez szükséges 42 repülésből 37-et ezzel az eszközzel végeztek el.<sup>77</sup> Ezenfelül

<sup>73</sup> Chris Miller: *Chip War. The Fight for the World's Most Critical Technology*. Scribner, New York, 2022. 283-295.

<sup>74</sup> Uo. 327-335.

<sup>75</sup> U.S.–China Economic and Security Review Commission: 2022 Annual Report to Congress, [https://www.uscc.gov/sites/default/files/2022-11/Chapter\\_2\\_Section\\_4--U.S.\\_Supply\\_Chain\\_Vulnerabilities\\_and\\_Resilience.pdf](https://www.uscc.gov/sites/default/files/2022-11/Chapter_2_Section_4--U.S._Supply_Chain_Vulnerabilities_and_Resilience.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 19.)

<sup>76</sup> U.S.–China Economic and Security Review Commission: 2023 Annual Report to Congress, [https://www.uscc.gov/sites/default/files/2023-11/Chapter\\_4\\_Section\\_2--Weapons\\_Technology\\_and\\_Export\\_Controls.pdf](https://www.uscc.gov/sites/default/files/2023-11/Chapter_4_Section_2--Weapons_Technology_and_Export_Controls.pdf) (A letöltés ideje: 2024. 01. 17.)

<sup>77</sup> NASA: *Space Station Facts and Figures*, <https://www.nasa.gov/international-space-station/space-station-facts-and-figures/> (A letöltés ideje: 2023. 11. 19.)



segített űrbe juttatni, majd javítani a *Hubble* űrteleszkópot és még sok más eszközt is. Mindezek ellenére a program nem érte el az eredetileg kitűzött célokat. A terv szerint az addigi egyszer használatos rakéták helyett egy többször használható eszközt kellett volna létrehozni, így ez tekinthető az első újbóli felhasználhatóságú teher- és személyszállításra egyaránt alkalmas űrhajó megalkotására tett kísérletnek, ami a költségeket is csökkenthette volna. Ám már a tervezés korai szakaszában látszott, hogy a program jóval drágább lesz a vártnál. Igyekeztek az egyes járművek árát csökkenteni, és nem titánt használtak a vázuk építésére, hanem alumíniumot. Viszont így a hővédő kerámiacsempéket kellett folyamatosan cserélni, ráadásul az egész vázszerkezet súlya is megnőtt 15%-kal. A *Challenger* és a *Columbia* balesetei miatti pluszkiadások okán a végösszeg majdnem a duplája lett.<sup>78</sup> A program törléséhez a Bush-adminisztráció következetlensége is hozzájárult. Felvetették a Holdra való visszatérést, de külön forrásokat nem biztosítottak hozzá, így az összeget a már futó programok költségvetéséből kellett előteremteni.<sup>79</sup>

Az űrsiklók „nyugdíjazása” után egy jó darabig hagyományos rakétákkal oldották meg a hasznos teher űrbe juttatását, azonban személyszállító kapacitással nem rendelkezett az Egyesült Államok, ezért főleg az orosz *Szojuz* rendszerre támaszkodtak. Ez és az RD-180 rakétahajtóművek vásárlása segítette az orosz szakembergárda egyben tartását – akik így nem adták el tudásukat más államoknak –, valamint bevételt biztosított az orosz űripar számára. A kapcsolatok azonban 2014 után fokozatosan romlottak, és Washington úgy döntött, nem vásárol több RD-180-ast, hanem inkább újra megteremti saját emberes űrrepülési kapacitását. Ezt a SpaceX cég *Crew Dragon* űrhajójának 2020-as sikeres repülésével el is érte, illetve az Artemis programon belül az *Orion* űrhajó első – igaz, legénység nélküli – éles bevetésére is sor került 2022-ben.

Az amerikai űrtevékenység még mindig nagymértékben támaszkodik egyszer használható rakétákra. Az *Orión* például az *SLS* hordozórakéta *Block 1* változata juttatta el a Holdig. Ez a kiemelten nagy teljesítményű rakéta nem tekinthető az űrprogram ígáslovának, ezt a szerepet sok kisebb rakéta tölti be. Az NRO honlapja felsorolja a küldetéseket, minimális információt ad a hasznos teherről, és ismerteti, milyen típusú rakétát használtak az adott küldetéshez. Csak ez az ügynökség öt különböző gyártótól származó, tízféle rakétát alkalmaz. A gyártó vállalatok szerint csoportosítva ezek a rakéták a következők:

- United Launch Alliance (ULA): *Delta IV Heavy*, *Delta IV M*, *Delta II 7920 10C*, *Atlas V 500*
- Lockheed Martin: *Atlas III B*, *Titan IV B*

<sup>78</sup> Horváth András – Szabó Attila: *Űrkorszak*. Ekren Kiadó, Budapest, 2008. 133–136.

<sup>79</sup> Joseph N. Pelton: *The Space Shuttle. Evaluating an American icon*. *Space Policy*, 26(4), 2010, 246–248.

- Northrop Grumman: *Minotaur I, Minotaur IV*
- SpaceX: *Falcon-9*
- Rocket Lab: *Electron*<sup>80</sup>

A *SpaceX Falcon-9*, a *Falcon Heavy* és a fejlesztés alatt álló *Starship* élvonalbeli rakéták, amelyek legnagyobb – az egész űrtevékenységet megváltoztató – előnye az újrafelhasználhatóságuk, ami radikálisan csökkenti az indítási költségeket. A megvalósíthatóság demonstrálása, valamint a jelentős profit lehetősége miatt más vállalatok és országok is nekiláttak saját újrahasznosítható rakétáik fejlesztésének, és ez a folyamat az elkövetkező években paradigmaváltást hozhat. Az egyre bővülő kínálatához olyan vállalatok is csatlakoztak, mint a Blue Origin, a Rocket Lab és mások. Összességében elmondható, hogy az amerikai rakéták jelenleg a legfejlettebb és legsokszínűbb palettát képezik a világon.

## Űrállomások

A *Nemzetközi Űrállomás (ISS)*<sup>81</sup> megépítése a különböző nemzetek közötti együttműködés egyik legszebb példája. Az *ISS* tervének kidolgozása 1984-ben indult el, amihez hónapokon belül csatlakozott az ESA is. 1998-ban kezdték építeni, és a legutolsó, meglehetősen lenyűgöző méretű modult (Prichal) 2021 novemberében csatolták az állomáshoz, amely 109 méter hosszú, ebből 67 méter a nyomás alatt tartott modulok hossza az állomás tengelye mentén, míg kábelezése kb. 12,7 km hosszúságú. 2000 novembere óta állandó személyzettel rendelkezik.<sup>82</sup> 1998 és 2024 február vége között több mint 2600 kísérletet, technológiai szemléltetést és oktatási programot folytattak le az *ISS* segítségével.<sup>83</sup>

Az űrállomást eredetileg 15 évre tervezték, de a használati élettartamát lépcsőzetesen növelték. A jelenlegi tervek szerint 2031-ben szünetnék be a működését, attól függően, hogy mit enged meg a műszaki állapota és mikorra lesznek működőképesek más tervezett állomások. Megépítésének összköltsége bizonyosan több, mint 100 milliárd dollár – ám mivel egyes költségeket gyakran más költségvetésekben, más-más néven könyveltek el,

<sup>80</sup> National Reconnaissance Office: Launch Vehicles, <https://www.nro.gov/Launches/Launch-Vehicles/> (A letöltés ideje: 2024. 01. 03.)

<sup>81</sup> International Space Station – ISS.

<sup>82</sup> NASA: Space Station Facts and Figures.

<sup>83</sup> NASA: Space Station Research Explorer, <https://www.nasa.gov/mission/station/research-explorer/> (A letöltés ideje: 2024. 03. 01.)



ez nem tudható pontosan. Becslések szerint az éves fenntartása a legrosszabb esetben 6 milliárd USD is lehet.<sup>84</sup>

Az állami finanszírozású űrállomások mellett az Egyesült Államok szeretne kereskedelmi partnereket is ösztönözni űrállomás létesítésre. Ezek működése az ISS megsemmisülése után is biztosítaná alacsony Föld körüli pályákon a megfelelő kapacitást kísérletek vagy esetleg gyártási folyamatok elvégzésére. 2021-ben a NASA három vállalatot is kiválasztott, és a fejlesztés megkezdésére összesen 415,6 millió dollárt biztosított. A Blue Origin 130 millió USD-t, a Nanoracks 160 milliót, míg a Northrop Grumman 125,6 millió dollárt nyert el.<sup>85</sup>

Az Artemis-program keretein belül egy lényegesen kisebb űrállomást létesítenek majd a Hold közelében, ami fontos lesz a különböző küldetések számára. A *(Lunar) Gateway* kiemelt szerepet kap majd a későbbi Artemis-küldetéseken és az állandó holdi jelenlét megteremtésében. A kivitelezők között ott találjuk a NASA mellett az ESA-t, a japán és a kanadai űrügynökséget, de külön vállalatokat is, mint például a Northrop Grummant. Az űrállomás alkalmas lesz kísérletek és mérések végzésére, szerepe lesz a kommunikációban, és egyfajta tranzitként működik majd a holddraszállásokat végrehajtó űrhajósok számára. Építése leghamarabb 2025-ben kezdődhet meg.<sup>86</sup>

## Amerikai űreszközök

Az Egyesült Államok jelenleg a világ legfejlettebb űrhatalmának számít, és komoly erőfeszítéseket tesz annak érdekében, hogy meg is őrizze ezt a vezető szerepét, illetve azért is, hogy azokon a területeken, ahol Kína vagy Oroszország előnybe került, sikerüljön ellensúlyoznia ezt az előnyt saját fejlesztéseivel. Nem véletlen, hogy az Űrerő költségvetésének jelentős része a kutatás és fejlesztés területén realizálódik.

## Műholdak

A világűrben lévő aktív műholdak száma 2023. május 1-én 7560 volt; ebből 5184 az Egyesült Államokhoz tartozott, és közülük 4741 volt kereskedelmi

<sup>84</sup> Trump findet ISS zu teuer: Naht jetzt das Ende der Raumstation? [https://www.focus.de/wissen/weltraum/raumfahrt/us-regierung-will-aus-der-finanzierung-aussteigen-naht-das-ende-der-raumstation-iss\\_id\\_8479642.html](https://www.focus.de/wissen/weltraum/raumfahrt/us-regierung-will-aus-der-finanzierung-aussteigen-naht-das-ende-der-raumstation-iss_id_8479642.html) (A letöltés ideje: 2023. 12. 01.)

<sup>85</sup> NASA: NASA Selects Companies to Develop Commercial Destinations in Space, <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-selects-companies-to-develop-commercial-destinations-in-space/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 21.)

<sup>86</sup> NASA: Gateway: A Deep Space Home, and So Much More, <https://www.nasa.gov/missions/artemis/gateway-halo-a-deep-space-home/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 22.)

műhold, nagyrészt a Starlinknek köszönhetően. A katonai műholdak száma ekkor 246 volt, a kormányzatiaké pedig 167.<sup>87</sup> Ez a jelentős műholdállomány fejlettségét tekintve is a világ élvonalába tartozik.

Az Űrerő honlapján megtalálhatók a fő műholdtípusok és azok funkciói. A felsorolt rendszerek között vannak kommunikációs (*Milstar*, *AEHF*, *WGS*); korai előrejelző (*SBIRS*, *DSP*); meteorológiai (*DMSP*); űrbázisú világűr-helyzetismeret- (*SBSS*) és GPS-rendszerek.<sup>88</sup>

A GPS által biztosított navigációs és időmeghatározó (PNT)-képeségek nem meglepő módon továbbra is kulcsszerepet kapnak, miközben folyamatosan dolgoznak a rendszer modernizálásán és ellenállóbbá tételén. Jelenleg a GPS-III műholdak telepítése zajlik a hozzájuk tartozó földi létesítményekkel és vevőkészülékekkel együtt. A műholdak az úgynevezett M-Code-ra, vagyis katonai szintű titkosításra is képesek, ami sokkal ellenállóbb a zavarással és a spoofinggel szemben.<sup>89</sup>

Washington mindenesetre tudja, hogy a GPS-re hagyatkozás az amerikai haderő Achilles-sarka is lehet, ha a kínaiak vagy az oroszok hatékonyan semlegesítik azt legalább egy időre, ezért szorgalmazza az alternatív navigációs rendszerek kutatását. Itt olyan csúcstechnológiai megoldások is szóba jöhetnek, mint a kvantumalapú felderítés, aminek köszönhetően lehetségessé válna nagy mélységben tartózkodó tengeralattjárók felderítése vagy a gravitációs erőt felhasználó navigáció.<sup>90</sup>

## Műholdelhárító fegyverek

Az Egyesült Államok 2008-ban – egyes bíráló vélemények szerint a 2007-es kínai ASAT-tesztre válaszul – végrehajtotta egy kinetikus műholdelhárító rakéta tesztjét, melyet a célműhold hibás működésével indokolt. A művelet neve *Burnt Frost* (*Égett fagy*) volt és egy AEGIS cirkálóról indított, eredetileg rakétaelhárításra szolgáló rakétával hajtották végre.

Az ASAT-képességek területén a Secure World Foundation szerint az elektronikus hadviselés és a világűr-helyzetismeret vonatkozásában az USA szignifikáns képességekkel rendelkezik, akárcsak Kína és Oroszország. Az irányított energiájú fegyverek, a közvetlenül a célra repülő (DA) műholdelhárító

<sup>87</sup> Union of Concerned Scientists: UCS Satellite Database, <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (A letöltés ideje: 2023. 09. 21.)

<sup>88</sup> U.S. Space Force: Fact Sheets, <https://www.spaceforce.mil/About-Us/Fact-Sheets/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 21.)

<sup>89</sup> Tim Guest: Waiting for Ultimate Accuracy-The Progress of GPS III, <https://euro-sd.com/2023/10/articles/34769/waiting-for-ultimate-accuracy-the-progress-of-gps-iii/> (A letöltés ideje: 2023. 12. 10.)

<sup>90</sup> Richard Claridge: Quantum sensing: A new frontier for revolutionary technology, <https://www.computerweekly.com/opinion/Quantum-sensing-a-new-frontier-for-revolutionary-technology> (A letöltés ideje: 2023. 09. 21.)



rakéták, az orbitális kötelékrepülés terén azonban nem rendelkezik még olyan képességekkel, mint a két rivális.<sup>91</sup>

Washington utasítására a GEO-pályákon is végeztek kísérleteket. Az ezekből nyert tapasztalatokat valószínűleg felhasználták a Geoszinkron Világűr-helyzetismeret Program (GSSAP)<sup>92</sup> megvalósításakor. Ennek keretében belül 2014-ben két műholdalt állítottak a geoszinkron pályánál kicsivel magasabb és valamivel alacsonyabb pályára, aminek következtében azok fokozatosan sodródtak „jobbra és balra” a geoszinkron pálya mentén, így képesek voltak megfigyelni az ott lévő műholdakat. Ezt követte még egy pár műhold 2016-ban, továbbá az 5. és 6. műhold 2022-ben. Ezek, illetve más egységek is kötelékrepülési manővereket hajtottak végre, és több GEO-pályán lévő kínai és orosz szatellit megközelítettek.<sup>93</sup>

Felmerült egyéb offenzív képességek kialakításának lehetősége is, így például folyik az irányított energiájú fegyverek fejlesztése, ám a többségük még kezdeti fázisban van. A haditengerészet által 2014 óta tesztelt rendszerek árulkodnak a fejlesztésük üteméről.<sup>94</sup> Az ilyen fegyverek módosításuk esetén egyébként alkalmazhatók műholdak elhárítására is. Az eszközfejlesztéssel kapcsolatosan az Űrerő 2023-ban felállította a 7-es Delta alá rendelt 75. századát, melynek célja az ellenséges műholdakkal szembeni offenzív fellépés.<sup>95</sup>

## Egyéb eszközök

Az X37-B legénység nélküli, robot-űrrepülőgép (néha robotűrsiklónak is nevezik) az egyik legtöbb figyelmet kapott eszköz. Hosszas űrbéli tartózkodásra képes anélkül, hogy a legénysége ellátásával törődni kellene, s karakterében több olyan kísérleti berendezést és űreszközt vihet, ami nem túl nagy terjedelmű és tömegű, sőt egyes technológiák, illetve hosszú távú hatások vizsgálatára is kiválóan alkalmas. Első repülése 2010-ben történt, míg a hetedik, eddigi utolsó küldetésére 2023 december végén került sor. Az eddigi leghosszabb küldetés a hatodik volt, mely 908 napig tartott és 2022 novemberében ért véget. A jelen ismeretek szerint két darab létezik ebből a típusból, amelyek és a 4. és az 5. küldetést leszámítva rotációs alapon váltják egymást. A jelenlegi, hetedik küldetést épp a második számú eszköz végzi. A hatodik küldetésről tudni lehet, hogy egy olyan szerkezetet is a világűrbe juttatott,

<sup>91</sup> Global Counterspace Capabilities 2023. (szerk. Brian Weeden, Victoria Samson) [https://swfound.org/media/207567/swf\\_global\\_counterspace\\_capabilities\\_2023\\_v2.pdf](https://swfound.org/media/207567/swf_global_counterspace_capabilities_2023_v2.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 12. 10.)

<sup>92</sup> Geosynchronous Space Situational Awareness – GSSAP.

<sup>93</sup> Weeden – Samson (szerk.): i. m.

<sup>94</sup> Navy Shipboard Lasers: Background and Issues for Congress, <https://sgp.fas.org/crs/weapons/R44175.pdf> (A letöltés ideje: 2024. 02. 20.)

<sup>95</sup> Brett Tingley: US. Space Force creates 1st unit dedicated to targeting adversary satellites., <https://www.space.com/space-force-1st-targeting-squadron> (A letöltés ideje: 2024. 02. 04.)



amely a napenergiát alakítja át mikrohullámokká, majd a Földre sugározza azokat.<sup>96</sup> Ilyen kísérleteket a kínaiak is végeztek a saját, az X-37B-re hasonlító űreszközük segítségével.

Egy újabb kardinális jelentőségű terület a világűr fenntartható felhasználása, ahol az Egyesült Államok továbbra is meghatározó akar lenni a szabályozások és szabványok kialakításában. A civil űrforgalom irányítása a Kereskedelmi Minisztériumhoz (DoC)<sup>97</sup> került így tehermentesítették az Űrerőt. Az USSF ennek köszönhetően napjainkban már a védelmi szempontokra fókuszálhat, miközben a már említett globális jelenlétre és űrbázisú eszközökre alapuló űrmegefigyelési hálózatot (SSN) üzemelteti.

## A jövő tervei

Az amerikai szakértők között eltérő vélemények vannak arról, hogy mi is a világűr-tevékenység igazi célja, és mire kellene fókuszálni. Rumbaugh elemzése szerint alapvetően hat „iskola” különíthető el:

1. Elsődleges a világűr ellenőrzése (Space Control First): ez a nézet a klaszikus légi és tengeri hadviselési doktrínákból merít, és a világűr ellenőrzését tekinti a fő célnak, mielőtt további űrműveletekre kerülhetne sor.
2. Globális rakétaháború (Enable Global Missile War): amíg vannak űrképességek, addig a precíziós rakéták, a ballisztikus vagy hiperszonikus rakéták megváltoztatják a hadviselést, ezért ezekre kell koncentrálni.
3. Üzemben tartani a rakétákat (Keep the Plumbing Running): ez az iskola úgy véli, hogy a tradicionális katonai képességek a fontosak, az űr csak erőtöbbszöröző hatású.
4. Problémamentes hírszerzés (Frictionless Intelligence): ennek képviselői úgy vélik, a világűr elsődleges haszna a hírszerzés és felderítés terén jelentkezik.
5. Az atom a legfontosabb (Nukes Matter Most): az atomfegyverek irányítása a legfontosabb feladat, így lehet elkerülni az atomháborút.
6. Galaktikus hadiflotta (Galactic Battle Fleet): ez a csoport elképzelhetőnek tartja az űrbázisú fegyverek használatát, az egész bolygó védelmét külső veszélyektől, és a geoszinkron pályákon túli térségek hasznosítását.<sup>98</sup>

<sup>96</sup> U.S. Space Force: X-37B orbital test vehicle concludes sixth successful mission, <https://www.spaceforce.mil/News/Article/3217077/x-37b-orbital-test-vehicle-concludes-sixth-successful-mission/> (A letöltés ideje: 2024. 02. 4.)

<sup>97</sup> U.S. Department of Commerce – DoC.

<sup>98</sup> Russell Rumbaugh: What Place for Space: Competing Schools of Operational Thought in Space, [https://csp.aerospace.org/sites/default/files/2021-08/Rumbaugh\\_PlaceForSpace\\_07172019.pdf](https://csp.aerospace.org/sites/default/files/2021-08/Rumbaugh_PlaceForSpace_07172019.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 09. 25.)



Ezeknek a megközelítéseknek a fontosságát a legtöbben elismerik, továbbá mivel nem kizárólagosak, közülük akár egyszerre több célkitűzés is egyenlő súlyúnak tekinthető. Természetesen más besorolások is lehetségesek, de Rumbaugh rendszerének elemei valóban megtalálhatók az amerikai eszmecserékben.

Az eddigiek alapján az sem meglepő, hogy sokan Kínához mérik az Egyesült Államokat, így a rivális akciók hatással vannak a saját ürtevékenység értékelésére. Reneau véleménye szerint az egyes elnöki adminisztrációk ingadozásai és állandó irányváltásai miatt a NASA 2010 és 2016 között nem rendelkezett igazi céllal<sup>99</sup>, ráadásul a különféle elnöki döntések miatt 20 milliárd dollár ment kárba.<sup>100</sup> Mindehhez 2020-ban Carlson hozzátette, hogy az amerikai program inkább a kínai lépésekre reagál, és nem igazán gyakorlatias, nincs olyan alaposan átgondolva, mint a kínai program, amely nagy hangsúlyt helyez a felfedezés és a hasznosítás közötti sikeres átmenet végrehajtására, míg az amerikaiaknak nincs ilyen koherens stratégiájuk.<sup>101</sup> Ez a bírálat még a 2022-es, úripart vizsgáló jelentésben is megjelenik, amely sürgeti egy hosszú távú, irányadó stratégia kidolgozását. Szerzői szerint az ürtevékenységnek olyan prioritássá kell előlépnie, mint amilyenné már 1962-ben is vált egyszer, kevéssel azután, hogy 1961 májusában Kennedy elnök bejelentette az *Apollo*-programot.<sup>102</sup>

Az Egyesült Államok céljai között szerepel a Hold és a Mars nyújtotta lehetőségek kiaknázása is. A más égitestek kolonizálásának kérdését már vizsgálja a DARPA és több egyéb szervezet.<sup>103</sup> A fő kérdés az, hogy miként tehető az egész vállalkozás üzletileg jövedelmezővé. Első lépésként újra embert szeretnének juttatni a Holdra, majd később létrehozni egy állandó bázist égi kísérőnk felszínén. Az erre irányuló Artemis-program a Holdon fellelhető természeti erőforrások felhasználásának első lépése lesz.

Végül megemlítendő: akárcsak a többi űrhatalom, az Egyesült Államok is tisztában van azzal, hogy az új meghajtási technológiák mennyire fontosak lehetnek a jövőben. Az általuk nyújtott stratégiai előny óriási, mivel rövidebbé, biztonságosabbá és olcsóbbá tehetik az utazásokat, s ezek a jellemzők mind fontos tényezők az ürtevékenységben. A NASA a jövőben a termikus és elektromos nukleáris meghajtási rendszerek használatára törekszik, így

<sup>99</sup> Allyson Reneau: *Moon First Mars Second. A Practical Approach to Human Space Exploration.* Springer Publishing, Cham. 83–89.

<sup>100</sup> Marcia Smith: *Witnesses Support Goal of NASA Restructuring Legislation, But Not Specifics,* <https://spacepolicyonline.com/news/witnesses-support-goal-of-nasa-restructuring-legislation-but-not-specifics/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 25.)

<sup>101</sup> Joshua P. Carlson: *Spacepower Ascendant.* Amazon Print, h. n., 2020. 68–86.

<sup>102</sup> Defense Innovation Unit: i. m.

<sup>103</sup> Jeff Foust: *DARPA to study integrated lunar infrastructure,* <https://spacenews.com/darpa-to-study-integrated-lunar-infrastructure/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 29.)

támogatva az olyan kutatásokat, mint a DRACO.<sup>104</sup> A projekt 2021-ben indult, és a DARPA a General Atomicot, a Blue Origin-t és a Lockheed Martint választotta ki partnerként.<sup>105</sup> A cél, hogy a hajtóművel felszerelt eszköz gyors manővereket tudjon végrehajtani a ciszlunáris térségben, és egyszerre rendelkezzen a kémiai hajtóművek nagy teljesítményével, illetve az elektromos hajtóművek remek hajtóanyag-hatékonyságával. Az első tesztek 2025-ben szeretnék lefolytatni (DARPA 2021).<sup>106</sup>

## Összefoglalás

A fentiek tükrében kijelenthető, hogy az Egyesült Államok a világ vezető űrhatalma és komoly erőfeszítéseket tesz azért, hogy ezt a pozíciót meg is őrizze. A ráfordított költségvetési összeg mutatja a politikai akaratot, azonban a bürokrácián belül még vannak akadályok, és számos strukturális problémát kell megoldani, valamint egy koherens hosszú távú stratégia kidolgozására és következetes megvalósítására van szükség. Az amerikai döntéshozók érzékelik Kína asszertívabb és ambiciózusabb magatartását, és számos figyelemztetés hangzik el a nagy rivális gyorsuló, az amerikaiat is megelőző fejlődéséről. További kidolgozást igényelnek azonban azok a keretek, amelyeken belül a két rivális hatalom űrtevékenységét értékelik, erre példa a „verseny” fogalmának kétértelműsége. A lakosság ismeretei sem feltétlen tükrözik a valós helyzetet, és egyes programok támogatása elmaradhat a szükségestől. Az elkövetkező évek fejlesztései és a már meglévő eszközök felhasználása, az ellátásbiztonság kihívásai, az ipari bázis fejlődése döntő hatással lesznek az amerikai űrtevékenységre.

<sup>104</sup> Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations – DRACO.

<sup>105</sup> DARPA Picks Design for Next-Generation Space plane OUTREACH@DARPA.MIL 5/24/2017, <https://www.darpa.mil/news-events/2017-05-24> (A letöltés ideje: 2023. 09. 29.)

<sup>106</sup> Defense Advanced Research Project Agency: DARPA Selects Performers for Phase 1 of Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations (DRACO) Program, <https://www.darpa.mil/news-events/2021-04-12> (A letöltés ideje: 2023. 09. 29.)

# Oroszország űrvédelmi tevékenysége

*Haiszky Edina Julianna*<sup>1</sup>

A 21. században az űr és az űrhadviselés felértékelődésével<sup>2</sup> számos korábbi történelmi és tudományos jelentőségűnek beállított esemény célja megkérdőjeleződik, amelyek közül a legkézenfekvőbb a hidegháború egyik emblematikus folyamata, az orosz-amerikai űrverseny. Az űrbe való feljutás és annak katonai célokra történő alkalmazásának igénye a 19. századi rakétateoretikusok elméleteiből ered. Az 1920–30-as években indult alapozó tevékenység után az 1950-es évektől kezdve a Szovjetuniót az „űrkorszakot” útjára indító történelmi esemény, úttörő művelet fémjelezte (1. táblázat).<sup>3</sup>

1. táblázat: Az 1950–1970 közötti űrtevékenység sikerei (Forrás: <https://space.it>)

Az első esemény	Dátum	Ország
Műhold az űrben	1957	Szovjetunió
Állat az űrben	1957	Szovjetunió
Műholdrepülés a Hold körül	1959	Szovjetunió
Holdérintkezés	1959	Szovjetunió
Ember az űrben	1961	Szovjetunió
Bolygó melletti elrepülés (Vénusz)	1961	Szovjetunió
Nő az űrben	1963	Szovjetunió
Űrséta	1965	Szovjetunió
Holdraszállás	1966	Szovjetunió
Űrhajódokkolás	1966	USA
Emberes holdrepülés	1968	USA
Moduláris űrállomás	1968	Szovjetunió
Emberes holdraszállás	1969	USA
Holdszonda	1970	Szovjetunió
Bolygófelszíni landolás (Vénusz)	1970	Szovjetunió
Űrállomás	1971	Szovjetunió
Marsra szállás	1971	Szovjetunió

A 2000-es évekig a Szovjetunió (illetve 1991-től Oroszország) „hibátlan” űrrepülést kommunikált a nemzetközi közösség irányába, nem téve említést a félresikerült és kudarcba fulladt kezdeményezésekről. Elsőként a holdraszállás kapcsán húzható meg az a határvonal, amely markánsan jelzi, mikor

<sup>1</sup> Haiszky Edina Julianna nemzetközi biztonság- és védelempolitikai szakértő, Danube Institute. E-mail: [edinahaiszky@gmail.com](mailto:edinahaiszky@gmail.com).

<sup>2</sup> John Pike: The military uses of outer space. In: SIPRI Yearbook 2002, Stockholm. 627–635.

<sup>3</sup> National Intelligence Council: The Soviet Space Program. NIC, Washington, 1997. 6–23.

tól tekinthető az Egyesült Államok a területen előrehaladottabbnak. Innentől egyértelműen a fokozódó szovjet hátrány rajzolódik ki: mind az első űrrepülőgép megépítése, mind az emberi lakhatásra alkalmas űrállomás kapcsán.

A szovjet űrprogram méltó riválisa volt az Egyesült Államokénak. Míg az utóbbit a NASA mint erre szakosított ügynökség irányította, addig az előbbi a különböző tervezőirodák közötti belső verseny nehézségeivel, a bürokratikus akadályokkal küzdött. A katonai műveletek az űrkorszak kezdete óta szerves részét képezik a kutatási törekvéseknek. A hidegháborúban a Szovjetunió mind a katonai, mind a polgári ágazatba nagy összegeket fektetett be, jelentős űripari és a műholdműveleteket támogató infrastruktúrát hozott létre. Felbomlását követően a jogutódnak jelentős kihívásokkal kellett szembenéznie a szovjet korszak űrinfrastruktúrájának fenntartása terén. Az űrbeli jelenlét helyreállítása érdekében a Putyin-kormány hosszú távú nemzeti stratégia kidolgozását kezdeményezte. Az Állami Duma 2005 októberében jóváhagyta a szövetségi űrprogramot, amelyben az űripar szereplőit két fázis keretében utasították arra, hogy tegyenek javaslatokat, tervezzék meg az iparág tevékenységét rövid (2015–2020) és hosszú távon (2020–2040). Ezekkel egy későbbi fejezet részletesen foglalkozik.

## Az űr mint az orosz nemzeti önkép

Az Oroszországi Föderáció aktív űrprogramot folytat, amely – más országokéhoz hasonlóan – katonai műveleteket támogató rendszereket is tartalmaz. Olyan, Janus-arcú képességek kialakítására törekszik, amelyekkel ellensúlyozhatja, megzavarhatja versenytársai űrtevékenységét, ugyanakkor nyitott marad a katonai alkalmazást szabályozó nemzetközi megállapodásokra.<sup>4</sup>

Orosz szakértők szerint a világűr a katonai és politikai konfrontáció új szférája a többpólusú világban. A témával foglalkozó írások többsége elfogadja, hogy az űrbe telepített katonai rendszerek kulcsszerepet játszhatnak bármely jövőbeli konfliktusban, függetlenül a konkrét forgatókönyvtől.<sup>5</sup> Úgy vélik, a világűr jelentősége tovább fog fokozódni, köszönhetően egyrészt a precíziós fegyverek növekvő szerepének, másrészt pedig a műholdak által támogatott információs hálózatok jelenlétének.<sup>6</sup> E szemlélet szerint az űr döntő előnyt

<sup>4</sup> Bryan Weeden – Victoria Samson: Global Counterspace Capabilities: An Open Source Assessment. Secure World Foundation, 2020, [https://swfound.org/media/206957/swf\\_global\\_counterspace\\_april2020\\_es.pdf](https://swfound.org/media/206957/swf_global_counterspace_april2020_es.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 06. 25.)

<sup>5</sup> Alexey Arbatov: Arms Control in Outer Space: The Russian Angle, and a Possible Way Forward. Bulletin of the Atomic Scientists, 75(4), 2019, 156.

<sup>6</sup> Military Doctrine of the Russian Federation, approved by Russian Federation President V. Putin, 2014.



biztosítana a támadónak, lehetővé téve az ellenfél számára, hogy magas szinten összehangolt támadást indítson.<sup>7</sup>

Az említett rendszerek jelentette fenyegetések összefüggésben állnak az azzal a kérdéssel, hogy „Miként lehet reagálni a hadseregnek és alkalmazkodni az új rendszerek műveletekben betöltött növekvő szerepéhez?” Mivel ezt a szerepet nagyrészt az állami stratégiai eszközök (stratégiai erők, vezetés-irányítási rendszer, kulcsfontosságú polgári-katonai infrastruktúra) fenyegető jelenségnek tekintik, a választ elkerülhetetlenül a stratégiai-védelmi lépések keretein belül vitatják meg. Ez a megközelítés nagymértékben támaszkodik a szovjet hagyományra, miszerint a stratégiai védelem önálló küldetés. Az orosz katonai vezetés tisztában van a modern hadviselés természetével, amely a helyzetfelismerésre és a megbízható kommunikációra alapul, beleértve a műholdas kommunikációt. Logikusan feltételezhető, hogy e rendszerek megzavarása fontos eleme lenne Oroszország úrbeli katonai stratégiájának, különösen mivel potenciális ellenfeleinek az űreszközöktől való függősége – a kitettség tudatában – folyamatos változik, a műholdas irányítás pedig a modern fegyverrendszerek kiemelt részét képezi. Hivatalosan azonban az űrerők „az űrben és az űrből érkező” fenyegetésre válaszul fellépő erők. Ez pedig azt sugallja, hogy elsődleges küldetésüknek inkább a védekezést, mint a támadást tekintik, de ez utóbbit sem zárják ki. Ezt igazolja az űrtevékenység elhárítására fókuszáló orosz doktrína, amely magába foglalja a földi, légi, kiber- és űrbázisú rendszerek alkalmazását az ellenfél műholdjainak célba vételére, az érzékelők zavarásától egészen az ellenséges űreszközök és a támogató infrastruktúra megsemmisítéséig.<sup>8</sup>

Az űrből érkező fenyegetés fogalma az orosz és szovjet értekezésekben az 1980-as évektől átlényegült formában a mai napig meghatározó „világűrben lévő csapásmérő fegyverek” koncepciójára utal<sup>9</sup>, azaz olyan űrből indított eszközökre, amelyek földi célpontokat támadhatnak. A vezérkar gondolkodása a 20. század során jelentős változáson ment keresztül: az űr a hagyományos és stratégiai erők támogató pilléréből napjainkra már inkább műveleti térséggé vált. A kategória számos rakétavédelmi rendszer űrbe telepített elemét öleli fel, többek között a rakétaelhárító rendszereket vagy az irányított energiájú fegyvereket. Mivel eddig az ilyen típusú eszközök egyikét sem fejlesztették ki, és nem is állnak jelenleg fejlesztés alatt, az orosz aggodalmak alaptalannak tekinthetők. Az orosz állam látszólag a világűrben

<sup>7</sup> Oleg Bozhov: *How They Will Wage War in the Future: Tanks Rumbled Across the Sky*. Moskovskiy Komsomolets, Moszkva, 2016.

<sup>8</sup> S. G. Chekinov – S. A. Bogdanov: *Strategic Deterrence and Russia's National Security Today*. Military Thought, 1(1), 2020; V. V. Selivanov – Y. D. Ilyin: *Choosing Priorities in Developing Kinetic Energy Weapons for Military Conflicts*. Military Thought, 2020, 4(1).

<sup>9</sup> Ez a fajta gondolkodásmód közvetlenül kapcsolódott a Stratégiai Védelmi Kezdeményezés (SDI) vitájának korai szakaszához, amikor a szovjetek a „csapásmérő űrfegyvereket” tekintették a program legfenyegetőbb aspektusának.

lévő potenciális veszélyekre hivatkozik saját védelmi terveinek igazolására. A nemzetközi jog tiltja a tömegpusztító fegyverek űrbeli telepítését, ezért a világűrből indított támadások elhárítására alkalmas eszközök kifejlesztése nem vélhető legitim jövőbeli lépésnek. Napjainkban alapvetően az a dinamika érvényesül az orosz katonapolitikai gondolkodásban, hogy a rendszerek feladata – a szovjet időkhöz hasonlóan – az amerikai stratégiai védelmi kezdeményezés elemeinek ellensúlyozása.

A leírtak alátámasztásához és az űrben zajló paradigmaváltás értelmezéséhez fontos áttekinteni a területet érintő orosz űrjogot: az 1993. évi 5563-1-es törvény<sup>10</sup> meghatározza a jogi és szervezeti alapokat, biztosítja a gazdaság, a tudomány és a technológiai fejlesztések, a honvédelem és a biztonság megerősítésének, valamint Oroszország nemzetközi együttműködésének előmozdítása érdekében a terület szabályozását. Számos jogszabály foglalkozik az űrtevékenység rendjével. Ilyen például az 1994. decemberi 1418-as és 1996. évi 104-es számú határozat „Az űrtevékenységek engedélyezésére vonatkozó rendelkezések ratifikálásáról”, illetve ennek módosított verziója, amely kiemelt jelentőségű szabályozásként kijelenti, hogy a világűr kutatása és használata, – beleértve a Holdat és egyéb égitesteket – „az állam érdekeinek legmagasabb prioritása”, és körvonalazza az űrtevékenységek spektrumát. Azt is szabályozza, hogy a tevékenységek hogyan kapcsolódnak az orosz nemzetbiztonsághoz: a II. cikk meghatározása szerint az űrtevékenység „az űrtechnikák, az űranyagok és az űrtechnológia felhasználása” az állam védelme és biztonsága érdekében. A célokat és feladatokat taglaló III. cikk szerint az űrtevékenységeket az állampolgárok jólétének előmozdítása, az ország fejlődésének és biztonságának garantálása, illetve az emberiség globális problémáinak megoldása céljából kell végezni, biztosítva az információk átadásának átláthatóságát. A feladatok tételes sorában szerepel:

- a világűrbe való kijutás biztosítása;
- a Föld és a világűr tanulmányozása;
- a tudomány, a technikák és a technológiák fejlesztése, a gazdasági hatékonyság növelése;
- az Oroszországi Föderáció védelmi képességeinek biztosítása és a fegyverzetre és fegyveres erőkre vonatkozó nemzetközi szerződések végrehajtásának ellenőrzése.

A törvény IV. cikke megállapítja: az űrtevékenységeket „az államtitkok, katonai és kereskedelmi titkok, valamint a szellemi tevékenységek eredményei és az azokhoz fűződő kizárólagos jogok védelmére vonatkozó, jogszabályban meghatározott követelmények betartásával kell végrehajtani”. Ez igazolja,

<sup>10</sup> Selected Examples of National Laws Governing Space Activities: Russian Federation, [https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/russian\\_federation/decre\\_e\\_5663-1\\_E.html](https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/russian_federation/decre_e_5663-1_E.html) (A letöltés ideje: 2023. 10. 06.)



hogy a szövetségi törvény elismeri: Oroszországnak szüksége van az űr katonai célokra történő felhasználására, és ez szándékában is áll.

A VI. cikk előírja, hogy a Szövetségi Űrprogram „szervezi és koordinálja a kereskedelmi űrprojektek munkáját, és segíti azok megvalósítását”.<sup>11</sup> Ennek érdekében a Roszkoszmosz, az orosz Szövetségi Űrügynökség mélyen beágyazódott a globális űrpiacba, és mind a polgári, mind a katonai űrtevékenységek koordinációs központjaként szolgál. Az ország e vállalaton keresztül szerepel a kereskedelmi célú űrpiacban, népszerűsítve technológiáit, indítási képességeit és humán tőkét az olyan fejlett űrpiacokkal rendelkező országok számára, mint az Egyesült Államok. Például az orosz űrexport *RD-180* rakétahajtóműve és az űrbeli elektromos meghajtási technológiák létfontosságúak voltak az olyan amerikai ügyfelek számára, mint a NASA, a SpaceX és a Lockheed Martin.<sup>12</sup>

Az előzőekben kifejtett gazdasági és technológiai kérdések mellett az űrnek az orosz gondolkodásban betöltött egyedi jellegét igazolja, hogy a NASA-tól és az Európai Űrügynökségtől (ESA) eltérően a Roszkoszmosz a tevékenységek fejlesztésébe katonai komponenst is bevon közvetlenül az Orosz Űrerőktől. Ebben a tekintetben Oroszország űrstratégiáját a Roszkoszmosz és a Védelmi Minisztérium (Минобороны) közösen határozza meg, habár mindkét fél versenyzik a kulcsfontosságú űrinfrastruktúra-eszközök ellenőrzéséért.

Oroszország azon kevés állam egyike, amely a világűrben a tevékenységek teljes skáláját végzi. A orosz kormány számos űrprogramot támogat, az emberes repülésektől kezdve a polgári és katonai kommunikációs, navigációs és műholdas képalkotó rendszerekig. Emellett olyan hordozórakéták és indítóberendezések állnak rendelkezésre, amelyek szinte bármilyen pályára képesek hasznos terheket eljuttatni. Ezek a képességek fontos szereplőivé teszik az űr katonai célú felhasználásával kapcsolatos számos fejlesztésnek. Megjegyzendő: az orosz katonai űrprogram sorsát főként az fogja eldönteni, hogy rendelkezésre állnak-e a szükséges források az ipari és katonai űrképesség-fejlesztési projektek támogatásához.<sup>13</sup>

A katonai és politikai vezetés hangsúlyozza a világűr biztonsági és védelmi célú felhasználásának, illetve a hadsereg műveleteit az űrből támogató rendszereknek (navigációs, optikai, kommunikációs, felderítő) a fejlesztését, amelyek lehetővé teszik a támadás távolról történő végrehajtását. Az orosz hadsereg óvatos az űr további militarizálását illetően, aminek kétféle oka van: egyrészt ez a katonai erő új felhasználási módját vezetné be, és még nem világos, hogyan befolyásolná az állam ma meglévő stratégiai nukleáris erőre

<sup>11</sup> Закон РФ „О космической деятельности” от 20.08.1993 N 5663-1 (последняя редакция), [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_3219/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_3219/) (A letöltés ideje: 2023. 10. 06.)

<sup>12</sup> Russia halts deliveries of rocket engines to the U.S., <https://www.reuters.com/world/russia-halts-deliveries-rocket-engines-us-2022-03-03/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 30.)

<sup>13</sup> Florian Vidal: Russia's Space Policy: The Path of Decline? Études de l'Ifri, Paris, 2021. 21-29.



való támaszkodását. Másrészt, az ország fenyegetésként éli meg azt a – államok szűk körét érintő, köztük univerzálisnak mondható – jelenséget, hogy állandó fejlesztéseket végeznek az űr katonai alkalmazása érdekében. Ennek a percepciónak az az alapja, hogy kiemelten az Egyesült Államok űrtevékenységének eredményessége alááshatja a meglévő amerikai-orosz stratégiai egyensúlyt és gyengítheti a föderáció hatalmi státuszát. Az orosz állam a katonai űrtechnológiai rendszerek amerikai fejlesztését a két ország katonai képességei közötti növekvő szakadék bizonyítékának tekinti. Ez a különbség pedig fokozódó mértékben kérdőjelezi meg a stratégiai paritás biztosítottságát, amelyet Oroszország még mindig az Egyesült Államokkal való kapcsolata alapelveként tekint.<sup>14</sup>

Mindennek fényében a jelenlegi amerikai-orosz stratégiai kapcsolatok kontextusát is figyelembe kell venni Oroszországnak a világűr potenciális felfegyverzésére adott reakciója kapcsán.<sup>15</sup> Orosz szempontból a jelenlegi helyzet az imént említett stratégiai paritás állapota, melyben az Egyesült Államok valószínűleg nem tud olyan mértékű egyoldalú katonai előnyre szert tenni, hogy azzal alááshozza az orosz stratégiai erők válaszcsepási potenciálját. Feltételezhető, hogy a különböző technológiai fejlesztések – a biztonsági dilemma és a kialakuló fegyverkezési verseny miatt – veszélyeztethetik a nemzetközi rendszerben uralkodó egyensúlyt. A közelmúltig az amerikai rakétavédelem témája uralta az ilyen jellegű technológiai fejlesztésekről szóló oroszországi vitákat. Mostanra a hangsúly eltolódott, és bár a rakétavédelem még mindig kiemelt szerepet játszik, csupán egynek tekintik a számos, potenciálisan destabilizáló amerikai program között.

Az elemzés gondolati teljessége érdekében fontos megemlíteni Oroszország érdeklődését az űrbiztonság és a világűrbeli erők alkalmazásának korlátozása iránt. Ennek kapcsán jelentős volt a 2014-es Leszerelési Konferencia (Conference on Disarmament), ahol Kínával közösen ismertette a fegyverek világűrben való elhelyezésének megelőzéséről szóló közös új – a 2008-as elsőt követő – szerződéstervezetüket. A hivatalos álláspont szerint a felek a globális stabilitás megerősítésének és az egyenlő, oszthatatlan biztonságának a garanciáját a fegyverek világűrben való elhelyezésének jogilag kötelező érvényű tilalmában látták. Ezzel éles ellentétben áll a dokumentumot érő leggyakoribb kritika, miszerint a tervezet nem foglalkozik számos olyan területtel, ahol szükség van a korlátozásokra. Az ilyen jellegű orosz tevékenység valódi motivációja sokkal inkább az Egyesült Államok űrbeli mozgásterének korlátozásában kereshető, különös tekintettel a korábbiakban az űr

<sup>14</sup> Defense Intelligence Agency: Challenges to security in space: Space Reliance in an Era of Competition and Expansion. (ePub) DIA, Washington, 2022. 7-13., [www.dia.mil/Military-Power-Publications](http://www.dia.mil/Military-Power-Publications)) (A letöltés ideje: 2023. 07. 07.)

<sup>15</sup> В вооруженных силах США происходит не просто реформа, а революция, [https://nvo.ng.ru/concepts/2005-04-01/4\\_usa.html](https://nvo.ng.ru/concepts/2005-04-01/4_usa.html).



militarizálásáról leírtakra, a műholdellenes képességek arzenáljának kiépítésére és a dokumentum tartalmi hiányosságaira.<sup>16</sup> Mind kínai, mind pedig orosz részről gyakori hivatkozási alap, hogy különösen 2001 után az Egyesült Államok tevékenysége (kilépése az ABM-szerződésből) készítette a két országot a világűr militarizálása felé való elmozdulásra mint kiegyenlítő intézkedésre.<sup>17</sup> Ez azzal magyarázható, hogy az USA kilépése a hadászati védőfegyvereket – jelen esetben a rakétaelhárító védelmi rendszereket – korlátozó egyezményből erőteljesen ösztönzi a hadászati támadófegyverek fejlesztését. A védelmi rendszerek terén elért minden új eredmény a támadórendszerek jelentős továbbfejlesztését vonja maga után, így generálva fegyverkezési spirált.

## A világűrhez kapcsolódó nemzeti intézmények: központosított rendszer

Mivel az űr jelentősége – részben a szovjet időszak eredményeiből kifolyólag – az orosz önkép elválaszthatatlan részének tekinthető,<sup>18</sup> ennek jegyében kiépült egy, az állami berendezkedés jellegének megfelelően erősen központosított apparátus. A létrehozott működési minta minden olyan civil és katonai űrprogramra érvényes, amelyet jelenleg az országban megterveznek és végrehajtanak. Legtöbbjük célja a Szovjetunióban kiépített képességek helyreállítása, felhasználva az akkor felhalmozott szakértelmet és tapasztalatot: tulajdonképpen a régi programokban kereshető a jelenlegiek gyökere. A célkitűzések megvalósítását támogató rendszer két legfontosabb eleme az Orosz Tudományos Akadémia Űrtanácsa<sup>19</sup> és a Roszkoszmosz.

Az előbbi egy közel ötven főből álló, tizennyolc bizottság és szekció tevékenységét egyesítő szervezet, amely meghatározza az űrrel kapcsolatos tudományos prioritásokat, jóváhagyja a konkrét küldetéseket, többek között azok céljait, az elvégzendő kísérleteket, az időzítésüket, illetve minden

<sup>16</sup> Yleem Poblete: United States Remarks at the Conference on Disarmament as Delivered by Assistant Secretary of State for Arms Control, Verification, and Compliance. U.S. State Department, 2018, <https://eneva.usmission.gov/2018/08/14/remarks-by-assistant-secretary-yleem-d-s-poblete-at-the-conference-on-disarmament> (A letöltési ideje: 2023. 06. 08.); Hendrickx Bart: A Russian mobile laser system to dazzle enemy satellites. The Space Review: Peresvet. (A letöltés ideje: 2024. 05. 30.)

<sup>17</sup> Alexis A. Blanc - Mustafaga Beauchamp - Khrystyna Holynska - Bond M. Scott - Stephen J. Flanagan: Chinese and Russian Perceptions of and Responses to U.S. Military Activities in the Space Domain. Rand Corporation, Santa Monica, 2020.

<sup>18</sup> Sergei Medvedev: A General Theory of Russian Space: A Gay Science and a Rigorous Science. Alternatives: Global, Local, Political, 22(4), 1977, 523-553.

<sup>19</sup> Az Orosz Tudományos Akadémia Űrtanácsának, eredeti megnevezése Российская академия наук, Космический совет.

esetben felülvizsgálja az előrehaladást és az elért eredményeket.<sup>20</sup> A Szovjetunió 1991-es szétesésével a szovjet űrprogramot is átalakították, és helyébe a már az orosz elnök 1992. február 25-i, 185. számú rendelete alapján létrehozott Roszkoszmosz lépett.<sup>21</sup> A független végrehajtó hatalmi szerv feladatai közé tartozik a kormány által kidolgozott űrpolitikai irányelvek végrehajtása, a szövetségi űrprogram koordinálása, irányítása és az űrinfrastruktúra állami tulajdonának kezelése. Sajátossága, hogy – a szovjet korszakkal ellentétben – első ízben szervezte ki az űrpolitikát, -kutatást, és -programokat a haderő égisze alól.

Az országot érintő súlyos gazdasági visszaesés következtében az állami vállalat működésének kezdeti szakaszában korlátozott költségvetésből gazdálkodhatott, és kénytelen volt magánfinanszírozókhoz fordulni. E tendenciát változtatta meg az Egyesült Államokat ért szeptember 11-ei terrortámadás és az azt követő globális instabilitás egyik nem szándékolt következménye: úgy az ázsiai államok gazdaságai, mint az olajárak intenzív változásba kezdtek, ami Oroszország természeti erőforrásokra – elsősorban kőolaj- és földgázexportra – épülő gazdaságára és teljesítőképességére is pozitív hatást gyakorolt, így a 2010-es évek elejétől megkezdte elvesztett képességeinek visszaépítését. Bár ez a folyamat mára még korántsem fejeződött be, Oroszország bebizonyította, hogy képes fenntartani és bővíteni jelenlétét az űrben.

Az orosz űrtevékenység első kiemelt jelentőségű mérföldköve a Roszkoszmosz, a NASA, az ESA, a JAXA és a Kanadai Űrügynökség (CSA) között megkötött, a Nemzetközi Űrállomás létrehozására és fenntartására vonatkozó megállapodás volt 1993-ban. Ez a projekt egyesítette a *Mir-2* űrállomásra vonatkozó orosz terveket a NASA Space Station Freedom projektjével, és a kazahsztáni Bajkonur kozmodromról indított orosz *Szozjuz* rakétákra támaszkodott volna, hogy rendszeres teher- és személyszállítást biztosítson az *ISS*-re. Oroszország tapasztalatai nélkülözhetetlenek bizonyultak, emellett számos orosz gyártmányú és indítású modul biztosított. Ezek közé tartozik többek között a *Zarja* („Napkelte”) vezérlőmodul, a *Zvezda* („Csillag”) kiszolgálómodul a *Pirsz* („Móló”) dokkolófülke, és az I, illetve II jelzésű – más néven *Rasszvet* („Hajnal”) és *Poiszk* („Kutatás”) mini-kutatómodulok. Ezek együttesen alkotják az *ISS* orosz orbitális szegmensét (ROS), amelyet a Roszkoszmosz üzemeltet.

A 2004-es év fordulópontot jelent az orosz űrtevékenység történetében: a március 9-én kiadott „*A végrehajtó hatalmat képviselő szövetségi szervek*

<sup>20</sup> Anna Nadibaidze: Understanding Russia's Efforts at Technological Sovereignty, Sept 8, 2022, <https://www.fpri.org/article/2022/09/understanding-russias-efforts-at-technological-sovereignty/> (A letöltés ideje: 2024. 05. 30.)

<sup>21</sup> Указ Президента от 25 февраля 1992 года № 185 «О структуре управления космической деятельностью в Российской Федерации/образовать Российское космическое агентство /РКА/ при Правительстве Российской Федерации, <https://yeltsin.ru/archive/act/34048/> (A letöltés ideje: 2023. 10. 06.)



*rendszeréről és felépítéséről*<sup>22</sup> szóló rendelet értelmében a Roszkoszmosz az ország 28 szövetségi ügynökségének egyike lett, amely közvetlenül a kormánynak tartozik elszámolással. Hatásköre kiszélesedett: közvetlen tárgyalásokat folytathat és szerződéseket köthet külföldi partnerekkel, űrtevékenységre vonatkozó engedélyeket adhat ki, illetve az Ipari és Energiaügyi Minisztérium beavatkozása nélkül kezelheti az űrrel kapcsolatos vállalkozásokhoz, létesítményekhez kapcsolódó irányítási kérdéseket. Így képes megőrizni az állam részvételének folytonosságát a világűr tudományának fejlesztésében. Mindez kiegészült azzal, hogy a javuló gazdasági helyzet hatására megnövekedett az űr kutatás állami finanszírozása, amelyet Putyin elnök nyilatkozata kísért, miszerint „űrhajózás nélkül Oroszország nem tud versenyezni a világ civilizációjának egyik vezető pozíciójáért, és nem lesz képes a szükséges szintű védelmet biztosítani”. Ennek nyomán megelégnék az érdeklődés úgy a robotizált, mint az emberes űrrepülés iránt, lehetővé téve a Roszkoszmosz számára, hogy befejezze az előregedő *Szojuz* rakéta következő generációs leváltását célzó *Angara* hordozórakéta fejlesztésének huszonkét éves projektjét. A szervezet biztosítja az orosz űrtevékenységhez szükséges elméleti ismereteket, akadémiai megalapozottságot, míg a minisztérium rendeltetése pénzügyi és operatív jellegű: a programok finanszírozása, az ipar és az indítások működésének ellenőrzése és a küldetések irányítása.

Amellett, hogy az ország világűrre vonatkozó döntései a politikai vezetés kezében összpontosulnak, a téma kapcsán két kiemelt jelentőséggel bíró intézmény állami, míg a piacon szereplő további cégek nagy része is a 2013-as átszervezések eredményeként kormányzati bekötöttségekkel rendelkezik. Ezt igazolja, hogy az állam űrparának legnagyobb vállalatát, az RKK Enyergiját az orosz kormány által a 2010-es évek elején alapított United Rocket and Space Corporation alapította és irányítja. A cég jelentőségét jelzi, hogy a fő emberes űrrepüléssel foglalkozó vállalkozó a *Szojuz-TMA* és a *Progressz* űrhajók, valamint az *ISS* orosz részlegének vezető fejlesztője.<sup>23</sup> Emellett állami érdekeltségek a vezető hordozórakéta-gyártók, a Hrusnyicev és a TsSKB-Progressz, a legnagyobb műholdfejlesztő, az *ISS* Resetnyev és az NPO Lavocskin, a bolygóközi szondák fő gyártója és a távközlési műholdak fejlesztésével, üzemeltetésével foglalkozó, 79,8%-ban az Állami Vagyonkezelő Szövetségi Ügynökség tulajdonában álló Gazprom Űrrendszerek cég is.<sup>24</sup>

<sup>22</sup> Указ Президента РФ от 09.03.2004 N 314 (ред. от 27.03.2023) „о системе и структуре федеральных органов исполнительной власти”, [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_46892/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_46892/) (A letöltés ideje: 2023. 10. 06.)

<sup>23</sup> Anastasia Edelkina – Oleg Karasev – Natalia Velikanova: Space Policy Strategies and Priorities in Russia, 2015. National Research University of Higher School of Economics, 2015. (A letöltés ideje: 2023. 07. 18.)

<sup>24</sup> JSCNPOEnergomat, <https://www.iafastro.org/membership/all-members/jsc-npo-energomash.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 27.)



Szojuz-11 űrhajó indulás előtt (Bajkonuri űrrepülőtér, 2018) © NASA

Az akadémiai háttérrel és a gyakorlati megvalósítást biztosító szereplők mellett az orosz űrtevékenység harmadik pillérét az orosz lég-, és űrvédelmi erők képezik. A 2015 augusztus elején létrehozott struktúrában az Űrerő a Légi- és Űrerőkön (VKS)<sup>25</sup> belül létezik<sup>26</sup>. Így azonos haderőnem alá sorolják a légierőt, a légvédelmet és a korábban szintén különálló űrvédelmet is. A változásokat az egységes parancsnokság és haderő szükségessége hívta életre, amely képes a légi és az „űrharc”-ban való tevékenységre, mivel napjainkban a stratégiai előnyök megszerzéséért folytatott verseny a világűrben előfeltétele lett a nemzetbiztonság és a katonai, gazdasági és társadalmi érdekek biztosításának. Az ellenség koordinált légi és űrbázisú csapásmérő fegyvereivel szembeni védelem érdekében megalakult az Űrparancsnokság, illetve a Légvédelmi és Űrvédelmi Operatív Stratégiai Parancsnokság. A szakértők egy része szerint a légtér és a világűr védelmét a fenyegetés stratégiai jellege köti össze, amellyel szemben az orosz fegyveres erőknek egységben fel kell lépniük. Ennek eredményeképpen a kettő között szoros párhuzamot vonnak, leggyakrabban összefüggésben említve azt az űrbe telepített támadóeszközök elleni védekezés szükségességével. Az Űrerő felelősségi körébe

<sup>25</sup> Russian Aerospace Forces (VKS), <https://www.thedefensepost.com/tag/russian-aerospace-forces-vks/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>26</sup> Aerospace Defence Forces, <https://eng.mil.ru/en/structure/forces/cosmic/history.htm> (A letöltés ideje: 2023. 07. 07.)



tartozik az űrbeli helyzetfelismerés, a ballisztikus rakétatámadásra való korai figyelmeztetés, a műholdak indítása és üzemeltetése, valamint az űrinfrastruktúra valamennyi elemének készenlétkben tartása. A kijelölt funkciók egyike az országot a világűrben és a világútból érő fenyegetések felderítése, szükség esetén ezek elhárítása, de ez nem terjed ki a rakétavédelemre. Ma az orosz légi- és űrvédelmi erők az ország fegyveres erejének modern, fejlődő, csúcstechnológiás szegmensét alkotják, amelynek célja a korábban említett védelmi feladatok ellátása és a nemzetbiztonság szavatolása úgy a légtérben, mint a világűrben. Ennek megfelelően számos létesítménnyel rendelkeznek, amelyek az egész ország területén – Kalinyingrádtól Kamcsatkáig – jelen vannak a szovjet időktől kezdve.<sup>27</sup> A hatékony űrtevékenységhez elengedhetetlen az a támogató létesítménykomplexum, amelyet Oroszország az elmúlt két évtizedben fokozatosan modernizált és korszerűsített az indító- és követőállomásoktól a vezetés-irányítási C2-rendszer központjain át a világűrben lévő objektumokat figyelő rendszerek széles palettájáig. A korai radarjelző és légtérelenőrző rendszerek pedig néhány olyan posztszovjet állam területén is megtalálhatók, mint Azerbajdzsán, Fehéroroszország, Kazahsztán vagy Tádzsikisztán.

## Két évtized, két koncepció (2005–2025)

A 2010-es évek sajátossága az orosz űrtevékenység tekintetében, hogy két stratégiai fontosságú dokumentum elfogadására és végrehajtására került sor: ezek a 2005–2016-os és a 2016–2025-ös állami űrprogramok.

Az első dokumentumot 2005. október 22-én a 635. számú kormányrendelet hagyta jóvá. Az új kezdeményezés a becslések szerint 305 milliárd orosz rubelbe került, és értelmében Oroszország a következő tíz évben mintegy 16 260 millió eurót költött az űrre, kiemelten műholdak telepítésére, a nemzetközi kereskedelem területén való térnyerésre. A célkitűzések megvalósításáért a kettős felhasználású GLONASS globális navigációs rendszerek elnevezésű szövetségi célprogram keretében az állam 2006-ban három műholdat, 2007-ben pedig további hat eszközt bocsátott az űrbe. A teljes időtartam legjelentősebb eredményeként 18 működőképes műholdat állított pályára mintegy harminc polgári eszköze mellett, így a hagyományosan katonai célú műholdakkal együtt összesen kilencven elemből álló eszközpark áll az állam

<sup>27</sup> James Oberg: Russia's Space Program: Running On Empty. SPECTRUM Magazine, 1995. 32(12).  
Peresvet: a Russian mobile laser system to dazzle enemy satellites, <https://www.thespacereview.com/article/3967/1> (A letöltés ideje: 2023. 07. 07.)

rendelkezésére, lefedettséget szerezve ezzel csaknem a teljes glóbuszra.<sup>28</sup> A szövetségi űrprogram – további teret létrehozva az orosz űrtevékenység kibontakozásának – kiterjedt az ISS orosz szegmensének finanszírozására és fejlesztésére, a korszerű *Angara* és *Szojuz-2* hordozórakéták építésére, a kozmodrom fenntartására és fejlesztésére, valamint a földi irányító és követő infrastruktúrára is.

Az állami képességek fejlesztése kiegészítésének érdekében ebben az időszakban a nemzetközi kereskedelem területén is jelentős változások történtek. Az orosz kormány célul tűzte ki, hogy 2015-re az ország űrágazatának teljesítményét 2004-hez képest 2,8–3-szorosára növelje. A feladatot a 2006–2008-as nemzeti fejlesztési programban határozták meg: az új stratégia egy olyan űripari komplexum létrehozása volt, amely kielégíti a katonai biztonsági igényeket, ösztönzi az orosz vállalatok részvételét az űrvilágpiacon, és megtartja az ipar tudományos potenciálját. Ennek jegyében a terv előírta 2008-ig az ágazatban előállított termékek összkibocsátásának 1,8-szorosára, míg a kutatás-fejlesztési szervezetek 1,7–1,9-szeresére növelését. Szintén e célból tervezték az ipar szervezeti struktúrájának megreformálását, valamint 10 vagy 11 horizontálisan és vertikálisan integrált vállalat létrehozását, beleértve a diverzifikált innovatív fúziókat, az űreszközök minden szükséges modelljének gyártását, az űrszolgáltatások széles palettáját, így javítva hatékonyságukat, stabilitásukat és versenyképességüket a nemzetközi űrképességgel foglalkozó cégek piacán.

A meghatározott irányvonalak és tendenciák ívét továbbvitte a jelenkort meghatározó, röviden FKP-2025 néven ismert, hivatalosan a 2016–2025 közötti szövetségi űrprogram dokumentuma<sup>29</sup>. Az Orosz Tudományos Akadémia Csillagászati Intézetének elemzése szerint a program négy fő területet helyez fókuszba: a Hold, a bolygók és a Naprendszer kisebb égitestjeinek vizsgálatát (47%), az űrcsillagászatot (26%), az űrplazma és a napfizika kérdését (13%), illetve alapvető biológiai és orvostudománnyal kapcsolatos problémákat a világűrben (14%).<sup>30</sup>

A középtávú stratégia sajátossága, hogy az 1,406 billió rubel (20,5 milliárd dollár) értékű nemzeti programot az orosz kormány több hónapos késéssel hagyta jóvá, az űrtevékenységben érintett különböző szövetségi ügynökségek közötti tanácskozások hatására. Az elhúzódó stratégiaalkotás fő oka, hogy a költségvetés jelentősen csökkent a 2014-ben kiszivárgott 2,3153 billió rubeles tervezett összeghez képest. Ennek hatására a politikai támogatottság

<sup>28</sup> Military Satellites by Country 2023 - Russian Federation Military Satellites by Country 2023 (worldpopulationreview.com).

<sup>29</sup> Commercial Space Technologies LTD: The New Russian Federal Space Program for 2016-2025 (FKP-2025). CST, Moszkva, 2016. 1-73. (A letöltés ideje: 2023. 08. 01.)

<sup>30</sup> Oleg Malkov: Astronomical Data in Russia. Előadás. Open Universe Vienna, 2017, <https://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/activities/2017/OpenUniverse/slides/Presentation12.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 07. 05.)



ellenére számos nagyszabású tervet felfüggesztettek: többek között annak a rakétának a megépítését, amely lehetővé tette volna, hogy Oroszország a 2020-as évek végére kozmonautáit a Holdra szállítsa és megkezdje ott egy állandó bázis építését. Emellett még azt a viszonylag szerény javaslatot is el kellett halasztani, hogy az új generációs *Angara* rakétacsaládót részben átállítsák a kerozinról a nagyobb hatásfokú hidrogén üzemanyagra, ami alááshatja a hagyományos orosz versenyképességet a hordozórakéta-szolgáltatások nemzetközi piacán.

A költségvetési megszorítások változást hoztak más programok életébe is: továbbra is elsődleges prioritásként kezelik a kommunikációs és műsorszórásra alkalmas műholdak telepítését, de a 2014 tavaszán tervezett 180 eszköz beszerzése helyett 24 működő orbitális eszközzel bővítenék az orosz eszközparkot. A kezdeti tervek ambiciózus voltának szemléltetéséhez kiemelhetjük, hogy Igor Komarov, a Roszkoszmosz vezetője szerint az orosz kommunikációs műholdak konstellációja az új finanszírozás keretében is 32-ről 41-re nő. Így a világűrben közvetített csatornák sáv szélessége az eddigi 1,3-szorosára, míg a műsorszóró képességek 3,3-szorosára növekednek. Eközben az állam „szemei az égen” és más távérzékelői a tervek szerint 8-ról 23-ra bővülnek. Ennek hatására várhatóan az ország szélesebb körben és nagyobb volumennel tudja majd gyakorolni azokat a befolyásolási technikákat, amelyek felhasználják a hibrid hadviselés kulcsfontosságú elemét képező információs hadviselést és a tömegkommunikációs eszközöket. A jóváhagyott stratégia emellett kitér arra, hogy Moszkva továbbra is elkötelezett stratégiai autonómiájának megerősítése és egy új infrastruktúra létrehozása iránt. A célkitűzés fontosságát példázza Oroszországnak az *ISS*-projekt kapcsán folyó nemzetközi együttműködésből való kilépése 2024-től.<sup>31</sup>

A 2007-ben, az Amuri területen (oblaszty) megkezdett űrrepülőter építése két szempontból is Oroszország megújult ambícióit jelképezi a világűrben, az űrágazatban. Egyrészt igaz, hogy a pénzügyi hiány hatására – bár az első indítás 2016. április 28-án megtörtént – a létesítmény napjainkig sem készült el teljes egészében.<sup>32</sup> Mégis, a krími hídtól eltekintve ez a legnagyobb infrastrukturális, gazdasági és politikai projekt, amit Oroszország a 21. században vállalt. Másodsorban, a 150 milliárd rubelre becsült költségvetésből az űrrepülőteret teljesen integrált infrastruktúrával látták el. Más szóval, az összes kulcsfontosságú orosz űrtevékenység súlypontját testesíti meg, mivel hamarosan lehetővé teszi majd a teljes körű űrhajózást.<sup>33</sup>

<sup>31</sup> Bruce McClintock – Jan Osburg: Russia's Withdrawal from the ISS: Another Sign of Its Space Decline? Rand Corporation, Santa Monica, 2022, <https://www.rand.org/blog/2022/08/russias-withdrawal-from-the-iss-another-sign-of-its.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 27.)

<sup>32</sup> Stephen Clark: New Russian space base ready for first launch. 2016, <https://spaceflightnow.com/2016/04/26/new-russian-space-base-ready-for-first-launch/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 10.)

<sup>33</sup> I. Afanasyev – V. Yazykov: Vostochnyj Ekspres sleduet bez ostanovok., *Russkij Kosmos*, 10(6), 2020, 7-28.



Mindezek mellett a dokumentumban vállaltak közül szintén nagy kihívást jelent majd a jelenlegi költségvetés mellett a *Szojuz*-kapszulát felváltó új generációs űrhajó kifejlesztésének befejezése. Komarov korábbi nyilatkozatai ellenére a személyzet nélküli prototípust nem indították el 2021-ben, ami miatt kétségessé vált az *ISS*-re az új űrhajóval történő szállítás 2023-as célkitűzésének megvalósítása. Mivel az összes nagy rakétafejlesztési projektet befagyasztották, a Roszkoszmosznak meg kell elégednie a Föld körüli pályán lévő pontok elérésével. A *Szojuz MSz-25* jelzésű új űrhajó – amelyet egyébiránt elsősorban mélyűri küldetésekhez, például Hold-expedíciókhoz terveztek – 2024 márciusában sikeresen dokkolt a *Nemzetközi Űrállomáson*.

Ahogy az a felvázolt célkitűzések és a hét éve futó program eddigi eredményeinek összehasonlításából levonható, az orosz űrprogram költségvetési megszorítások miatt sem rendelkezik szélesebb mozgástérrel. Mivel az FKP-2025 hosszú távú terv, nem pedig egy tényleges költségvetés, teljes mértékben az orosz gazdaság teljesítményétől és az államkasszában lévő pénzmennyiségtől függ.<sup>34</sup> Ráadásul a kifinomult elektronikai és egyéb alkatrészek importjától való nagyfokú függés miatt számos orosz űrprojekt különösen érzékeny a valutaárfolyamra. Ezt támasztja alá, hogy a tízéves költségvetés 2015-re eső, eredetileg 2,3 milliárd rubelre tervezett összege néhány hónap alatt 2,8 milliárdra duzzadt a pénznem nemzetközi leértékelődésének hatására.<sup>35</sup> A kijelölt célok megvalósíthatóságát két tényező befolyásolja: egyrészt a nemzeti ipar nem tudja kiszolgálni az űrprogramok fejlett informatikai és elektronikai eszközigényét, másrészt a teljesítést negatívan befolyásolják az orosz-ukrán háború miatt a technológiaexportra és olajimportra kivetett nyugati szankciók.

Kijelenthető, hogy az orosz állam – túllépve a jogelőd Szovjetunió bukását követő gazdasági nehézségeken – a 2010-es években szisztematikusan fejlesztette űrképességeit a nemzetközi térben való hatékonyság, stabilitás és versenyképesség jegyében. Ennek elemeként az erős állami kontroll alatt működtetett űriparág költségvetése jelentős mértékben megnövekedett. Ezenfelül a 2016–2025 közötti időszakra vonatkozó tízéves űrprogram tartalmazza azt a megállapítást, hogy az űr az orosz politikai vezetés által prioritizált terület. A dokumentum tervek széles körű, ambiciózus palettáját vonultatja fel, amelyek megvalósítását azonban a nemzetközi és az orosz gazdaság recessziója alapvetően megnehezíti. A középtávú stratégiai és az aktuális helyzet elemzése nyújthat segítséget annak eldöntéséhez, hogy Oroszország 2030-ig monopolhelyzetet alakíthat-e ki a világűrben a támadó képességek telepítésével.

<sup>34</sup> Commercial Space Technologies LTD: The New Russian Federal Space Program for 2016-2025 (FKP-2025). CST, Moszkva, 2016. 1–73. (Letöltés ideje: 2023. 07. 05.)

<sup>35</sup> Igor Komarov – Anatoly Zak: személyes interjú, 2015. október.



## Aktuális orosz űrprogramok: célkeresztben a bolygó kutatás

Gyakorlatilag az összes jelenleg aktív orosz katonai űrprogram a Szovjetunióban indult, vagy alapötlete a szovjet érában gyökerezik. Igaz ez még azokban az esetekben is, amikor az első indításra ugyan a jogelőd felbomlása után került sor, de a kutatás-fejlesztés nagy része már korábban befejeződött. Az 1990-es években az állam számára az elsődleges kihívás az volt, hogy megőrizze az örökölt katonai programokat, megakadályozva az űrműveleteket támogató infrastruktúra leépülését. Bizonyos mértékig sikeresen teljesítette ezeket a célokat, de gyakran a rendszerek nem biztosítottak teljes működési képességet, és a Szovjetunió felbomlása előtti technológiákra támaszkodtak. Kiterjedt űrprogramja részeként gyakorlatilag minden kategóriában (korai előrejelzés, rádió-, és rádióelektronikai hírszerzés, navigáció, kommunikáció és távérzékelés-optikai felderítés) katonai űrbázisú rendszereket fejlesztett ki, telepített és támogat.

Dmitrij Rogozin, a Roszkoszmosz akkori igazgatója 2020 augusztusában a Ria Novosztyi állami hírügynökségnek adott interjút Oroszország űrambícióiról, a 2021–2030 közötti időszakra elfogadott egységes állami programról.<sup>36</sup> Ebben kifejtette, hogy a nemzeti ambíciók fő prioritása az összes űrkezdeményezés egyesítése egyetlen és összekapcsolt orosz űrprogramban, amely ezért immár az ötvenkénti kiigazításokkal 10 évre előre elfogadott Állami Fegyverkezési Program elvére épül, így biztosítva az összehangoltságot.<sup>37</sup> Az időközönkénti kiigazításoknak és az említett összehangoltságnak különös jelentőségük van abban, hogy elkerülhetők legyenek az olyan helyzetek, amelyekben nem modellezhetők előre az aktuálisan futó szövetségi űrprogram céldátumakor jellemző tendenciák. Az így létrehozott szerteágazó feladatrendszer magába foglal többek között infrastrukturális és hálózatépítési beruházásokat, már futó űrprogramok folytatását és új keletű projektek indítását. Konkrét példaként említhető a Vosztocsnij űrrepülőtér teljes körű befejezése, illetve egyéb űripari komplexumok, modern gyártólétesítmények kialakítása. Emellett a tervek kiemelik a műholdak jelentőségét: a GLONASS navigációs rendszer fejlesztését, illetve a „Szféra” névre keresztelt műholdkonstelláció telepítését.<sup>38</sup> A tudományos célkitűzések tekintetében az orosz

<sup>36</sup> Дмитрий Рогозин: у нас есть стратегическое видение развития космонавтики. Online: Дмитрий Рогозин: у нас есть стратегическое видение развития космонавтики - РИА Новости, 2020 (ria.ru).

<sup>37</sup> Дмитрий Рогозин: у нас есть стратегическое видение развития космонавтики. Online: Дмитрий Рогозин: у нас есть стратегическое видение развития космонавтики - РИА Новости, 2020 (ria.ru).

<sup>38</sup> Az űrtechnológia egy átfogó kommunikációs, navigációs és a földi távérzékelés területén szolgáltatásokat nyújtó 640 egységből álló orbitális műholdkonstelláció. Sfera Satellite System Gets

érdeklődés három fő területre fókuszál 2030-ig: a Föld védelmére külső behatásokkal szemben, a bolygó kutatásra,<sup>39</sup> illetve a *Spektr-UV* űrteleszkóp felbocsátására.

## A Hold

A bolygó kutatás már az űrverseny időszakában kiemelt érdeklődésre tartott számot szovjet körökben, és ez a tendencia visszaköszön az aktuális orosz ambíciókban is. A szovjet terveket felélesztve 2025-ös céldátummal bevezetnék, hogy évenkénti rendszerességgel induljon a Holdra pilóta nélküli jármű.

Az ilyen jellegű úttörő szovjet holdmissziók sorában az utolsó a *Luna-24* holdszonda küldetése volt, amely 1976-ban mintegy 170 grammnyi kőzetmintát juttatott vissza a Földre. Ennek folytatása lett volna a 2022-es *Luna-25* küldetés, a holdraszállások modern kori sorozatának újbóli életre hívása céljából, elérve, hogy európai országok és Kína is csatlakozzon a folyamathoz.<sup>40</sup> A szonda elsődleges célterülete a Hold déli sarkvidékén fekvő Boguszlavszkij-krátertől északra fekvő rész,<sup>41</sup> egyéves működési ideje alatti szerteágazó feladatai a következők lettek volna:

- fejlessze a puha leszállási technológiát;<sup>42</sup>
- tanulmányozza a felszín és az égitest légkörének összetételét;
- vizsgálja a Hold cirkumpoláris<sup>43</sup> régiójának belső szerkezetét;
- tárja fel a természeti erőforrások, köztük a víz vélhető lelőhelyeit;
- elemezze a kozmikus sugárzás és elektromágneses sugárzás hatását a Hold felszínén.

A *Luna-25* missziója azonban kudarcot vallott, az űrszonda a Hold felszínébe csapódott és megszakadt vele a kapcsolat. Küldetésének sikere esetén további eszközök felbocsátására került volna sor, melyek feladatai közé tartozott volna a vegyületek utáni kutatás, az anyagminták begyűjtése<sup>44</sup>

---

Green Light, 2018, <https://spacewatch.global/2018/07/sfera-satellite-system-gets-green-light/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>39</sup> Az elemzés teljességének igénye végett fontosnak tartom megjegyezni, hogy az eredeti nyilatkozatban szó esett a Mars-projektről is. Ugyanakkor a 2022-es Ukrajna elleni orosz agresszió egyik folyományaként az ExoMars kapcsán felfüggesztették az együttműködést a felek között.

<sup>40</sup> Space Research Institute (IKI) Russian Academy of Sciences, 2014, <http://www.iki.rssi.ru/eng/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>41</sup> Luna 25 (Luna-Glob Lander), <https://www.russianspaceweb.com/luna-glob.html> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>42</sup> International Space Exploration Coordination Group, 2018, <https://www.globalspaceexploration.org/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>43</sup> Azok a csillagok, amelyek 47,5 foknál közelebb látszanak a pólushoz, napi járásuk során soha nem érik el a horizontot, azaz soha nem nyugszanak le.

<sup>44</sup> I. G. Mitrofanov – V.I.Tretyakov – L.M. Zelenyij: Mission of LUNA-25, as the first step of Russian Robotic Moon Exploration Program. Space Research Institute, Moszkva, 2021.



és egy állandó bázis előkészítése is. Mindez ugyan későbbre halasztódott, ám korántsem vesztett fontosságából, hiszen ezzel az ország lehetőséget kaphat a felszínre történő leszállással kapcsolatos technológiák tesztelésére és az emberes küldetések biztonságának megalapozására. Az orosz narratíva szerint az emberes űrutazások előtt kritikus fontosságú egy-egy létesítmény-komplexum kiépítése a bolygó felszínén, illetve a Hold körüli pályán, amelyek garantálják a hosszú távú jelenléteket. Ezt a projektet Oroszország 2021 óta szoros együttműködésben végzi Kínával. 2024-es kezdődátummal egy Nemzetközi Holdkutató Állomás létesítését tűzték ki célul,<sup>45</sup> amely a tervek szerint 2035-re lesz működőképes.

## A Vénusz

Dmitrij Rogozin a korábban említett interjújában a Vénuszt „orosz bolygó”-ként aposztrofálta, mert ez idáig csak szovjet eszközök szálltak le rá.<sup>46</sup> Ezért az ország nagyobb jelentőséget tulajdonít neki, mint a Marsnak. A bolygó kapcsán célként fogalmazódott meg, hogy az űrkutatásban haladó szellemiségű orosz állam hozzon elsőként talajmintát felszínéről a viszontagságos körülmények ellenére. Ennek megvalósítására – ugyancsak egy korábbi szovjet program reinkarnációjaként – hívták életre a *Venyera-D*-t.<sup>47</sup> A nagy teljesítményű orbiter és egy leszállóegység legjobb indítási lehetőségei 2026-ban és 2031-ben adódnának, azonban a 2021-es helyzet szerint legkorábban 2029 novemberében kerülhetne sor az indításra.<sup>48</sup>

## A „vörös bolygó” felfedezése felfüggesztve: az ExoMars projekt

A Szovjetunió 1960 és 1988 között számos expedíciót indított a Mars és legnagyobb holdja, a Phobos felfedezésére.<sup>49</sup> Ezeket összefoglalva kijelenthető, hogy a Vénuszra vezetett programok eredményesebbek voltak, mint a változó eredményességgel záruló Mars-missziók.

Jelenleg Oroszország nem rendelkezik önálló Mars-projektrel. Ennek oka, hogy a 2022-ben kezdődött háború hatására az ESA az év márciusában határozatlan időre felfüggesztette a Roszkozmoszsal indított ExoMars-Rover

<sup>45</sup> China and Russia to build lunar space station. BBC News. (Letöltés ideje: 2023. 10. 06.)

<sup>46</sup> Дмитрий Рогозин: у нас есть стратегическое видение развития космонавтики. Online: Дмитрий Рогозин: у нас есть стратегическое видение развития космонавтики – РИА Новости, 2020 (ria.ru).

<sup>47</sup> D. Senske – L. Zasova: Venera-D: Expanding our horizon of terrestrial planet climate and geology through the comprehensive exploration of Venus. Report. Venera-D Joint Science Definition Team, Houston, [http://iki.rssi.ru/events/2017/venera\\_d.pdf](http://iki.rssi.ru/events/2017/venera_d.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 05.)

<sup>48</sup> Donald M. Hunten et.al.: „Preface” Venus. University of Arizona Press, Tucson, 2022. 45-130.

<sup>49</sup> National Space Science Data Center 2022, <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 30.)

küldetését.<sup>50</sup> Eredetileg a Roszkoszmosz a le- és felszállómodulok, illetve a szükséges hordozórakéták biztosításáért volt felelős. Az eredeti, 2020-as indítási dátumot a Covid-19 miatt eleve 2022-re módosították, és a jelenlegi helyzet szerint legalább 2024-ig tolódik, mert a Mars Nap körüli pályája miatt csak két évente adódik megfelelő indítási ablak, amikor a bolygó megközelíthetővé válik.<sup>51</sup> A küldetés rendeltetése, hogy az élet jelei után kutasson a bolygó felszínén és légkörében: feladatai a metán és más légköri gázok, aktív biológiai vagy geológiai folyamatok indikátorainak vizsgálata, illetve talajminta gyűjtése elemzésre.<sup>52</sup>

### Szpektr-UV űrteleszkóp, avagy az égbolt ultraibolya fényben

A *Szpektr-UV* űreszköz harmadik generációs, szovjet-orosz, nagy méretű orbitális távcső-sorozattípus.<sup>53</sup> A kezdeményezés eredetileg 2007-ben indult volna, de részben a részes felek cserélődése miatt azóta folyamatos halasztják. Jelenleg 2023 februárjáról 2028 végére időzítették át a tervek szerint a Vosztocsnij kozmodromról induló űreszköz felbocsátását.<sup>54</sup> A teleszkópot arra tervezték, hogy 115–315 nanométer közötti hullámhossztartományban megfigyelje az égboltot ultraibolya és látható fényben is (1. ábra).<sup>55</sup> Rendeltetése kiküszöbölni azt a szűrőhatást, amivel a légkör védi a földi életet a káros sugárzástól.

A távcső működése azon alapul, hogy szűrője távol tartja a káros sugárzásokat az elektromágneses spektrum legtöbb tartományában, amelyek nélkül elzárna a világegyetem drámai jelenségeinek látványát a Föld felszínén lévő megfigyelők előtt. A célkitűzések szerint a *Szpektr-UV* várhatóan képes lesz galaxisok, csillagok és bolygórendszerek születésének, az üstökösökben és a Naprendszer más égitesteiben lejátszódó események tanulmányozására.<sup>56</sup>

<sup>50</sup> N° 9-2022: ExoMars suspended, 2022, [https://www.esa.int/Newsroom/Press\\_Releases/ExoMars\\_suspended](https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/ExoMars_suspended) (A letöltés ideje: 2023. 08. 30.)

<sup>51</sup> European space agency suspends Mars mission with Russia, 2022, <https://www.nytimes.com/2022/07/12/world/esa-russia-mars-mission.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 15.)

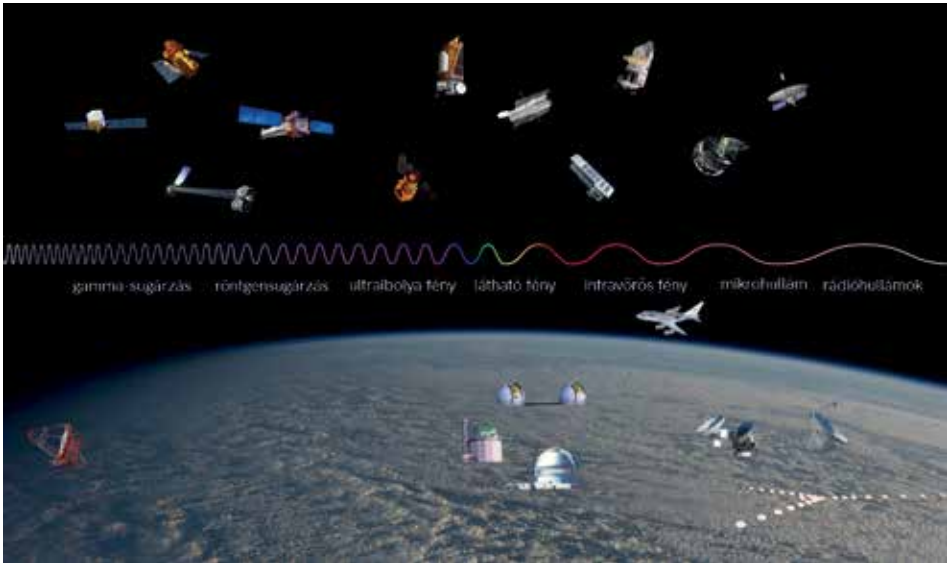
<sup>52</sup> ExoMars: ESA and Roscosmos set for Mars missions, [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/ExoMars\\_ESA\\_and\\_Roscosmos\\_set\\_for\\_Mars\\_missions](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/ExoMars_ESA_and_Roscosmos_set_for_Mars_missions) (A letöltés ideje: 2023. 08. 15.)

<sup>53</sup> About Spektr-UF/WSO-UV WSOUV (Spain): Home (wso-uv.es) (A letöltés ideje: 2023. 07. 07.)

<sup>54</sup> Russian space observatory to be launched into orbit at the end of 2028 - Dubki, <https://sputnikglobe.com/20221230/russias-spektr-uv-space-telescope-to-be-put-into-orbit-in-late-2028---roscom-1105901464.html> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>55</sup> About Spektr-UF/WSO-UV WSOUV (Spain): Home (wso-uv.es) (A letöltés ideje: 2023. 07. 07.)

<sup>56</sup> Az exobolygó név az extraszoláris bolygó rövidítése, amelyek a Naprendszerünkön kívül elhelyezkedő, idegen csillagok vagy a galaxis középpontja körül keringő bolygók, azaz árva bolygók. Russian space observatory to be launched into orbit at the end of 2028 - Dubki, <https://sputnikglobe.com/20221230/russias-spektr-uv-space-telescope-to-be-put-into-orbit-in-late-2028---roscom-1105901464.html> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.); Mikhail Sachkov - Boris Shustov: World



1. ábra: Megfigyelőeszközök az elektromágneses spektrum teljes skáláján  
(Forrás: [https://imagine.gsfc.nasa.gov/Images/science/observatories\\_across\\_spectrum\\_full.jpg](https://imagine.gsfc.nasa.gov/Images/science/observatories_across_spectrum_full.jpg))

Emellett fő cél a már felfedezett exobolygók légkörében az esetleges élet jeleit hordozó anyagok jelenlétének kimutatása.<sup>57</sup>

Az ambiciózus nemzetközi projektben Oroszország az 1,7 méteres teleszkóp, a műszerek, egy alacsony és egy nagy felbontású spektrográf, illetve a hordozórakéta előállításáért felel. Mindez kiegészül a madridi egyetemen tervezett képkalkító kamerákkal, illetve japán űrtechnikai eszközökkel.<sup>58</sup> A résztvevők tekintetében jelentős változást hozott a 2022-ben kezdődött orosz-ukrán háború, hiszen ezzel az optikai elemek bevonatáért felelős Ukrajna kilépett a programból.<sup>59</sup>

Képességei fényében a berendezés sikeres pályára állítása egyedülálló tudományos sikert jelentene Oroszország számára: várhatóan az egyetlen nagy méretű UV-teleszkóp lenne a 2023-2030 közötti időszakban, hiszen a NASA

Space Observatory - Ultraviolet Status in Russia. Előadás. INASAN, 2022, [https://jcuva.ucm.es/PRESENTATIONS/01-wso\\_uv\\_2017\\_M.Sachkov.pdf](https://jcuva.ucm.es/PRESENTATIONS/01-wso_uv_2017_M.Sachkov.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>57</sup> A. A. Boyarchuk - B. M. Shustov - Igor Savanov - M. Sachkov: Scientific problems addressed by the Spektr-UV space project (world space Observatory—Ultraviolet). Astronomy Reports, 60(1). 2016, 1-42.

<sup>58</sup> D.В. Бисикало - Д. З. Вибс: Сборник трудов мемориальной конференции 2018 г., посвященной памяти академика А. А. Боярчука. Москва: Астрономический институт Российской академии наук. 2018. 346-410.

<sup>59</sup> Russian Space Spending for 2023, <https://jamestown.org/program/russian-space-spending-for-2023/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 12.)

témában érintett LUVOIR projektjének tervezett startja is csak 2030. A típustól vártakat jelzi, hogy érdemi eredmények hiányában is 2025-ös dátummal tűztek ki egy továbbfejlesztést, a *Szpektr-M* űreszköz aktív kutatás-fejlesztési folyamatának megkezdését.

## Az orosz–ukrán háború hatása Oroszország űrtevékenységére

Vitathatatlan tény, hogy a 2022 februárja óta tartó háború úgy közvetve, mint közvetlenül, jelentős hatást gyakorol az orosz űrtevékenységre: az agresszió alapvető visszatetszést váltott ki a nemzetközi közösség nagy részéből, diplomáciai kapcsolatok változását, gazdasági szankciókat és bilaterális, illetve nemzetközi együttműködések határozatlan időre való felfüggesztését vonva maga után.<sup>60</sup> A válaszlépések hatása tetten érhető a nyugati országokkal közel három évtizede folyó űrkutatási együttműködésben is, ahol Oroszországnak két fő kihívással kell szembenéznie: a technológiai hiányosságokkal és a partnerek együttműködési hajlandóságának csökkenésével.

Európa függése az orosz gazdaságtól és a kölcsönös függőség kialakítása kiemelt figyelmet kapott a háború kirobbanását követően. Az orosz és az európai gazdaságok ugyanis kölcsönösen egymásra utaltak: az EU Oroszország legfontosabb külkereskedelmi importpartnere. Hazánkat illetően az összesített import 34%-át teszi ki az orosz irány, maga mögé utasítva Kínát.<sup>61</sup> Mi több, az EU és az Egyesült Államok együttesen az orosz összimport 40%-át adja,<sup>62</sup> annak ellenére, hogy a Krím félsziget 2014-es anektálásának hatására bevezetett szankciókra válaszul az importhelyettesítés politikáját folytatták. A „technológiai függetlenség” nem új keletű kifejezés, már 2015-től kezdődően az orosz politikai narratíva zászlóshajójává vált azzal az indokkal, hogy a gazdaság nem lehet kiszolgáltatva a külföldön hozott politikai döntéseknek.<sup>63</sup>

A 2022-es agresszió hatására a nyugati hatalmak több lépcsőben új exporttilalmakat és -ellenőrzéseket hirdettek, amelyek az űrtevékenységek kapcsán

<sup>60</sup> Haiszky, Edina Julianna: Orosz–ukrán háború hírfolyó, 2023. március, <https://biztonsagpolitika.hu/hirek/orosz-ukran-haboru-hirfigyelo-2023-marcius> (A letöltés ideje: 2023. 08. 12.)

<sup>61</sup> Trading Economics: Russia Imports 2023, <https://tradingeconomics.com/russia/imports> (A letöltés ideje: 2023. 09. 18.)

<sup>62</sup> Fredrik Erixon – Oscar Guinea – Vanika Sharma – Renata Zili: Russia Import Dependency Problem, 2022, <https://ecipe.org/blog/russia-import-dependency-problem/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 09.)

<sup>63</sup> Anna Nadibaidze: Understanding Russia's Efforts at Technological Sovereignty, 2022, <https://www.fpri.org/article/2022/09/understanding-russias-efforts-at-technological-sovereignty/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 30.)



kulcsfontosságú termékeket, úgymint kettős felhasználású cikkek, finomelektromikai eszközöket, repülőgép-alkatrészeket, illetve egyéb fejlett technológiai megoldásokat is tartalmaznak. Ezek pótlására az orosz állam már tett erőfeszítéseket, ennek ellenére a hiány volumene és az új importforrásokból származó termékek minősége nem elegendő. Ezt példázza, hogy az alacsony árfekvésű mikroszepek világviszonylatban egyik legjelentősebb gyártója, Kína a 2022-es vámadatok alapján mintegy 179 millió dollár – a 2021-es évi érték két és félszerese – értékben adott el Oroszországnak termékeket,<sup>64</sup> amelyek rakéták irányításához sem elegendők, az űreszközökbe való beépítéshez pedig végképp nem. Habár a nyugati exportszankciók nem érték felkészületlenül Oroszországot, nem számított ekkora volumenű kiesésre. Elsősorban Kínára támaszkodva igyekszik pótolni az említett termékeket, ami ismételten felveti a technológiai autonómia hiányának kérdését és azt, hogy biztonságos-e csupán egyetlen fő importforrásra támaszkodni. Fontos hangsúlyozni, hogy mind Európában, mind pedig a föderációban ezt egyaránt problémának tekintik, csak éppen más-más termékek vonatkozásában. Mindennek ellenére jelenleg nincs hivatalos hír arról, hogy eszközhiány miatt állítottak volna le orosz űrprogramot.

Nem zárható ki, hogy a háború és annak ürtevékenységre gyakorolt hatása alapvetően nagyobb kárt okoz Oroszországnak, mint Európának vagy az Egyesült Államoknak. Ezt támasztja alá a fejlett technológiai eszközök hiányának való kitettség, az ürre szánt állami költségvetés összehasonlításban alacsonyabb összege. Ezzel szemben aktuálisan nagyobb hangsúly helyeződik a nemzetközi és bilaterális együttműködések felfüggesztésére, aminek következtében számos nagyobb horderejű program vált érintetté, mint például a *Mars-Rover*, a CERN-nel folytatott kutatási együttműködés, a német és brit kooperációk vagy az *ISS* orosz moduljának fejlesztése. Az orosz-ukrán háború ugyanis jelentős hatást gyakorol Oroszország nemzetközi és bilaterális kapcsolataira, így közvetett módon az űrrel kapcsolatos együttműködéseire is. A 2022-es év során már napokkal a háború kirobbanását követően megkezdődtek a kooperációk és egyes projektek felfüggesztései: elhalasztották a brit állami pénzügyi támogatással működő OneWeb cég 36 internetes műholdjának március 4-ére ütemezett pályára állítását. Elizabeth Truss brit külügyminiszter bejelentette, hogy a háború következtében országa felfüggesztette orosz irányba az űrkutatással kapcsolatos exporttevékenységet, illetve ezzel párhuzamosan szigorította kivetett gazdasági szankcióit.<sup>65</sup> Ugyancsak erre példa az európai kontinens egyik legjelentősebb űrkutatási intézményének, a Német Légügyi és Űrközpontnak (DLR) a döntése: a szervezet töröl minden tervezett és aktu-

<sup>64</sup> Nathaniel Taplin: How Russia Supplies Its War Machine, 2022, <https://www.wsj.com/articles/russia-ukraine-tech-chips-exports-china-f28b60ca> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>65</sup> UK sanctions relating to Russia, <https://www.gov.uk/government/collections/uk-sanctions-on-russia> (A letöltés ideje: 2023. 10. 06.)



álisan futó bilaterális programot a föderációval.<sup>66</sup> A megszüntetett partnerség első következményei között van a *Szpektr-RG* űrteleszkóp, mivel Németország feladata lett volna a projekt központi elemét képező eROSITA röntgenműszer biztosítása. Az eszköz jelentősége, hogy elsőként hajtana végre teljes égboltot átfogó vizsgálatot fekete lyukak után kutatva. Ennek hiányában Oroszországnak módot kell találnia az említett technológia pótlására. Emellett a német lépés válaszreakciójaként a Roszkoszmosz kijelentette: a továbbiakban önállóan végzi az *ISS* orosz szegmensének munkálatait.<sup>67</sup>

A háború hatást gyakorolt az orosz nemzetközi többoldalú együttműködésekre is: az év során az orosz szövetségi űrügynökség leállította az összes *Szojuz*-indítást és egyúttal kivonta az indításban képzett szakmai személyzetét az európai használatban lévő, a francia Arianespace által működtetett francia guyanai űrközponttól. Ezzel számos ország számára generált átmeneti hiányt, mivel az EU és az ESA még mindig orosz rakétákra támaszkodnak különböző űreszközök indítása esetén. Az orosz szerepet várhatóan a SpaceX és más cégek fogják betölteni. Ugyancsak határozatlan időre lett felfüggesztve a több mint húsz állam kooperációjára épülő ExoMars kutatószonda-misszió programja is.<sup>68</sup> Nem sokkal később Oroszország saját terveket hozott nyilvánosságra annak megválaszolására, hogy létezett-e valaha élet a Marson, és milyen kulcsfontosságú technológiák birtoklása jelenti a bolygón való tevékenykedés előfeltételeit.<sup>69</sup> A hivatalos orosz narratíva szerint az ESA-nak hat évébe telik pótolni az eddig orosz képességekből biztosított indítóállomást, leszállóegységet és rakétát.<sup>70</sup> Hasonló fontosságúnak tartják az orosz *Progressz* teherűrhajó<sup>71</sup> pótlását, amely a tolóerőt biztosítja az *ISS* pályájának korrekciójához és az űrállomás kijelölt pályán tartásához.

<sup>66</sup> Evan Gough: Germany's Space Agency Cancels all its Projects with Russia. They Even Turned off an Instrument on a Russian Space Telescope, 2022. Universe Today. (A letöltés ideje: 2023. 08. 23.)

<sup>67</sup> Andrew Griffin: Russia cancels joint experiments on the ISS with Germany in response to sanctions, 2022. The Independent. (A letöltés ideje: 2023. 08. 23.)

<sup>68</sup> Juliana Suess: The Impact of the War in Ukraine on Space Programmes, 2022. Royal United Services Institute (rusi.org). (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>69</sup> N° 9-2022: ExoMars suspended 2022, [https://www.esa.int/Newsroom/Press\\_Releases/ExoMars\\_suspended](https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/ExoMars_suspended) (Letöltés ideje: 2023. 08. 30.)

<sup>70</sup> Russia to work on solo Mars mission after Europe freezes joint project, Interfax, <https://www.reuters.com/world/europe/russia-work-solo-mars-mission-after-europe-freezes-joint-project-interfax-2022-03-18/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 12.)

<sup>71</sup> About the Russian Progress Spacecraft. | NASA. (A letöltés ideje: 2023. 07. 07.)



## Összefoglalás

A tanulmány célja, hogy bemutassa az orosz űrtevékenység szerves kapcsolatát jogelődjének örökségével, múltját, jelenjét, illetve jövőbeli tevékenységét. Az orosz űrpolitika kulcsszerepet játszik az ország nemzetközi pozíciójának és nemzeti szuverenitásának megerősítésében. Az űrtechnológiai eszközpark bemutatása és rendeltetésének ismertetése segít átfogó képet alkotni az orosz űrtevékenység ambícióiról és realitásairól 2030-ig.

A témával kapcsolatban négy fő következtetést vontam le, amelyek az elemzésem rövid összefoglalásának tekinthetők. Az első megállapításom, hogy Oroszország nemzeti önképének szerves részét képezi a jogelőd Szovjetuniótól örökölt világűrbeli tevékenység. Az űrpolitika az ország szuverenitásának és hatalmának – lakosság által is támogatott – megerősítését szolgáló eszközként tartható számon: hatékony kommunikációs narratíva és egy, 1991 után felerősödő nosztalgikus vízió – a birodalmi jellegű, kiterjedt erőkivetítési képességekkel rendelkező, a globális térben meghatározó szereplőként megjelenő hatalom – elidegeníthetetlen része.

Ezzel függ össze második megállapításom: az orosz politikai vezetés betartja az 1967. évi Világűrszerződés és az 1976-os Regisztrációs Egyezmény előírásait, azaz hangsúlyt fektet az űr militarizálását korlátozó egyezményekre, miközben szemérmesen hallgat annak katonai célú felhasználási módjairól. Meglátásom szerint az Egyesült Államokról alkotott ellenségkép az orosz katonai elit gondolkodásában a hidegháború lezárultával nem szűnt meg, csupán formáját tekintve átalakult. Éppen ezért a világűrben folytatott versengés nagyfokú folyamatosságot mutat a szovjet-amerikai szembenállás évtizedeivel. A gondolatmenetet alátámasztják a tanulmányban vizsgált dokumentumok, melyek alapján általánosan elmondható az orosz űrstratégiáról, hogy a nemzetközi együttműködés helyett leginkább Oroszország autonómiájának biztosítását célozza az űripar területén, azaz a nyugati import kiváltását saját fejlesztésű eszközök rendszerben tartásával és továbbfejlesztésével.

Harmadsorban az ország űriparát a centralizáltság és az állami irányítottság jellemzi: nincsenek valós piaci szereplők, illetve versenyhelyzet és nagy valószínűséggel a jövőben sem lesznek. Ennek megfelelően a Roszkoszmosz egyszerre rendelkezik civil és katonai szegmensekkel, melyben az utóbbi a hangsúlyosabb a költségvetés és a feladatszabás tekintetében. Az elsődleges kiváltó oka ennek a magánvállalatok – mint például a SpaceX – megjelenése, amelyek csökkentik a Roszkoszmosz nemzetközi piaci részesedését, mivel sokszor olcsóbb szolgáltatást jobb minőségben kínálnak. Ugyanakkor negyedsorban nem elhanyagolható tény az sem, hogy az orosz-nyugati szembenállás és a szankciók miatt tovább csökken a nemzetközi együttműködés mértéke Oroszországgal az űrkutatás területén.

# A Kínai Népköztársaság űrképességei

*Edl András*<sup>1</sup>

A Kínai Népköztársaság űrtevékenysége az egyik legfejlettebb a világon, és annak biztonsági vonatkozásai is egyre nagyobb figyelmet kapnak, főként az Egyesült Államok és Kína közötti feszültségek növekedése miatt. Minden más űrhatalom tevékenységéhez hasonlóan a kínai űrtevékenység is az adott aktor stratégiai céljainak viszonylatában értelmezhető. A Kínai Kommunista Párt meg akarja őrizni az ország feletti uralmát, és Hszi Csin-ping kijelentéseinek megfelelően – kihasználva a kedvezőnek ítélt geopolitikai helyzetet – a nagy nemzeti megújulásra és a kínai álom megvalósítására törekszik.<sup>2</sup> Ennek megfelelően egy lényegesen asszertívabb kül- és biztonságpolitikát folytat, aminek az űrtevékenység is részét képezi. Bár Kína jelenleg még nem rendelkezik a világrend átformálásához szükséges eszközökkel, igyekszik kapcsolatot keresni más államokkal, szervezetekkel, és egy multipoláris, regionális hatalmak által dominált világrend felé törekszik.<sup>3</sup> Felvethető, hogy ha nem is köt formális szövetséget Oroszországgal, jelenleg mégis együttműködik vele, az Egyesült Államok jelentette fenyegetés miatt kialakult stratégiai érdekközösségből eredően. A két hatalmi középpont és a köréjük szerveződő államok közötti konfliktus bizonyos tekintetben egy második hidegháborúnak is tekinthető, melynek súlypontja Kelet-Ázsiában található.<sup>4</sup> Ebben a vetélkedésben, illetve Kína jövőbeli terveit illetően az ország űrtevékenysége fontos szerepet játszik.

A kínai űrprogram kezdetei – más nagyhatalmakhhoz hasonlóan – a nukleáris töltetek hordozására alkalmas rakéták fejlesztésében keresendők. Mikor Mao Ce-tung elindította az ország űrprogramját – kezdetben szovjet segítséggel, illetve olyan tudósok közreműködésével, mint az Ötödik Kutató Akadémiát<sup>5</sup> vezető C sien Hszüeszen<sup>6</sup> – a fő célkitűzés a rakéták megépítése mellett a kínai állam erejének demonstrálása volt. Ezért az 1970-ben felbocsátott első műhold, a *Kelet Vörös-1 (Dongfanghong-1)*<sup>7</sup> voltaképpen propagandacélokat szolgált. A műholdat az azóta is egyre bővülő *Hosszú menet-*

<sup>1</sup> *Edl András* kutató, doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Eötvös József Kutatóközpont, Világűrjog és -politika Kutatóintézet. E-mail: edl.andras@uni-nke.hu és edlandras@gmail.com.

<sup>2</sup> Helena Legarda: China's New International Paradigm: Security First, <https://merics.org/en/chinas-new-international-paradigm-security-first> (A letöltés ideje: 2023. 07. 11.)

<sup>3</sup> Vörös Zoltán: Kínai geopolitika a 21. században: A globális világrend megkérdőjelezése? *Eurázsia Szemle* 2(1), 2022, 8-28.

<sup>4</sup> Kusai Sándor Zoltán: Az új hidegháború kérdéséről. *Külügyi Szemle* 20(2), 2021, 3-21., [http://doi.org/10.47707/Kulugyi\\_Szemle.2021.02.01](http://doi.org/10.47707/Kulugyi_Szemle.2021.02.01).

<sup>5</sup> Guófángbù diwú yánjiúyuàn 国防部第五研究院.

<sup>6</sup> Qián Xuésēn 钱学森.

<sup>7</sup> Dōngfānghóng -1东方红一号.



lés (Csang Cseng - Chang Zheng, CZ)<sup>8</sup> rakétacsalád első típusával állították pályára.

Mao Ce-tung 1976-os halála után Kína vezetése Teng Hsziao-ping<sup>9</sup> kezébe került. Az ő vezetése alatt az űrprogram is sokkal gyakorlatiasabb irányba fordult, amiben nagy segítségükre volt az Egyesült Államokkal 1972 után sokat javuló viszony. Az űrprogramok tekintetében Kína 1979-től LANDSAT műholdakat és vevőállomásokat is vásárolhatott, ezzel végrehajtva az első komoly űrtechnológia-transzferet. Természetesen a külföldi technológia egyszerű vásárlásával vagy lemásolásával, illetve olcsó bérindításokkal nem sokra ment volna, ezért nagyszabású kutatási és fejlesztési programokba kezdett. Közülük az egyik legnagyobb hatású az 1986 márciusában indított 863-as projekt, melynek egyik kiemelt kutatási területe az űrtechnológia volt.<sup>10</sup> A Challenger űrsikló 1986-os katasztrófája után az amerikai indítási kapacitásokban jelentkező hiányt – Ronald Reagan elnök engedélyével – 1988-tól részben kínai rakétákkal pótolták.<sup>11</sup> Ehhez az is hozzájárult, hogy az Ariane rakéták kudarcjai még kedvezőbbé tették a kínai olcsó indítási ajánlatot, és 1987-ben sikeresen teljesítettek egy francia, majd 1988-ban egy német megbízást.<sup>12</sup> Ez az együttműködés még a Tienanmen téri tüntetés leverése után, a látszólagos bírálókat ellenére sem szakadt meg, így 1989 decemberében George Bush engedélyével már három amerikai műholdat állítottak pályára a kínai hordozórakéták.<sup>13</sup>

Az 1990-es években több olyan változás történt, amely a mai napig hatásos van a kínai űrprogramra. Az első a Kínai Nemzeti Űrügynökség (CNSA)<sup>14</sup> megalakulása 1993-ban. Ez a szervezet a NASA-hoz hasonló funkciót tölt be, feladata a polgári űrtevékenység koordinálása.

Emellett erre az évtizedre tehető az a súlyos törés is az Egyesült Államokkal ápolott addigi jó kapcsolatokban, amelynek okai az 1995 januárjában, illetve 1996 februárjában az amerikai műholdakat hordozó kínai rakétákkal történt baleseteken kereshetők. A vizsgálatok során felmerült a gyanú, hogy a kínai fél kulcsfontosságú technológiához jutott hozzá, ami végül az amerikai export korlátozásához vezetett. A folyamat itt nem állt meg, 2011-re a kínai-amerikai együttműködés gyakorlatilag megszűnt, például a NASA nem használhatja forrásait semmilyen kétoldalú kooperációra kínai entitásokkal,

<sup>8</sup> Chángzhēng -1 长征一号.

<sup>9</sup> Dèng Xiǎopíng 邓小平.

<sup>10</sup> Marco ALIBERTI: *When China Goes to the Moon...* Springer, Heidelberg, 2015. 81.

<sup>11</sup> Németh Balázs: Hosszú menetelés a Mennyei Palota alapjaihoz. A gazdaságpolitika és az űripar kapcsolata Kínában a XX. században. *Acta Wekerleensis*, 2022(1), 36–52., [https://epa.oszk.hu/03100/03180/00007/pdf/EPA03180\\_acta\\_wekerleensis\\_2022\\_1\\_036-052.pdf](https://epa.oszk.hu/03100/03180/00007/pdf/EPA03180_acta_wekerleensis_2022_1_036-052.pdf).

<sup>12</sup> Edl András: A Kínai Népköztársaság űrprogramja. *Külügyi Szemle*, 17(4), 2018, 27–48., <https://real.mtak.hu/117334/1/2-Edl-AndrC3A1s.pdf>.

<sup>13</sup> Chen Yanping: China's space policy – a historical review. *Space Policy*, 37(3), 2016, 171–178.

<sup>14</sup> China National Space Administration – CNSA, Guójiā Hángtiānjú 国家航天局.

és az *ISS* fedélzetére sem léphet kínai űrhajós. Mindez végül arra ösztönözte Pekinget, hogy saját űrállomást építsen.

A kínai katonai űrképességek fejlesztése is várható volt, amit Peking azzal indokol, hogy ezekre saját biztonsága érdekében van szükség. Azonban a 2007-ben végrehajtott műholdelhárító (ASAT) tesztje nagy felháborodást keltett, és több állam kifejezetten agresszív lépésként értelmezte. Kína egy régebbi meteorológiai műholdat, az *FY-1C*-et semmisítette meg 865 kilométeres magasságban egy közvetlenül célra repülő (DA) rakétával, ezzel demonstrálva a világnak, hogy képes megsemmisíteni olyan műholdakat, amelyeket korábban viszonylagos biztonságban tudtak.

## Kínai űrpolitikai dokumentumok

Kína rendelkezésre álló űrpolitikai dokumentumai elárulják, hogy mit gondol a jelenlegi biztonsági helyzetéről és a világűréről. A 2015-ös Fehér Könyv szerint a világűr az újabb stratégiai magaslat, amely fontos Kína biztonsága szempontjából, és az ország megtesz mindent, hogy biztonsági és egyéb érdekeit ezen a téren is megvédje. A dokumentum továbbá kiemeli a légierő, a kiberképességek és a nukleáris erők modernizációját is.<sup>15</sup> A Fehér Könyvek közül a *Kína nemzetvédelme egy új korszakban* címet viselő, 2019-es kötet az utolsó, amelyet a kínai védelmi minisztérium kiadott. Ebben megvádolja az Egyesült Államokat a versengés kiprovokálásával és fokozásával, beleértve a világűrt is. Nem meglepő, hogy a Fehér Könyv egyik célkitűzése „Kína biztonsági érdekeinek védelme a világűrben, az elektromágneses térben, és a kibertérben.”<sup>16</sup> A megfogalmazás nem véletlen mivel ez a három terület tartozik a 2015. január 31-én felállított Stratégiai Támogató Erők (SSF)<sup>17</sup> feladatkörébe, ami jól mutatja, hogy Kína a világűrt jelenleg szoros egységben kezeli a másik két tartománnyal, és támogató szerepet szán ennek az egységnek, amely a Földön végrehajtott műveletekre koncentrál. Ez eltér az amerikai felfogástól, ami új haderőnemben gondolkodik, de a francia és az orosz úttól is, ami egységben kezeli a légierőt és az űrerőket.

Kína a világűrrrel kapcsolatban is közzétesz dokumentumokat. A legutolsót 2022 januárjában adták ki *Kína Űrprogramja: egy 2021-es perspektíva* címmel. Mivel a megelőzőket 2000-ben, 2006-ban, 2011-ben és 2016-ban hozták nyilvánosságra; ha tartják ezt a ritmust, akkor a következőre feltehetőleg

<sup>15</sup> China's Military Strategy, [http://www.china.org.cn/china/2015-05/26/content\\_35661433\\_4.htm](http://www.china.org.cn/china/2015-05/26/content_35661433_4.htm) (A letöltés ideje: 2023. 08. 12.)

<sup>16</sup> China's National Defense in the New Era, <http://eng.mod.gov.cn/xb/Publications/White-Papers/4846452.html> (A letöltés ideje: 2023. 09. 20.)

<sup>17</sup> Strategic Support Force - SSF, Jiěfàngjūn Zhànlüè Zhīyuán 解放军战略支援部队.



2026 végén – 2027 elején lehet számítani. Az általános alapelvek között jól ismert szófordulatok szerepelnek, úgymint együttműködés, békés felhasználás, fenntarthatóság stb. Az űrtechnológia és -rendszerek alfejezetben a rakéták, a műholdas távérzékelés, kommunikáció és navigáció, az emberes űrrepülés, a Hold, a Mars, az új technológiákkal (köztük új meghajtási módokkal) kísérletezés, a telemetria és a követési technológiák, illetve az űrkörnyezet védelme szerepel.<sup>18</sup> Emellett kiemelt szerepet kapnak az űrtudományok, az űrgazdaság, illetve a start-upok, magánvállalatok támogatása, ami a magánszektor felé nyitás 2014-ben megkezdett folyamatának folytatása is egyben.

## Költségvetés

A kínai űrköltségvetés meghatározása nehéz feladat. Az ország űrprogramját és általánosabban a katonai költségvetéseit leggyakrabban érő kritikák a források hiányát és az átláthatatlan, sokszor szándékosan rejtett összefonódásokat említik a civil és katonai intézmények, illetve programok között. Emiatt a szakértők becslésekbe bocsátkozva igyekeznek meghatározni egyes külső tényezők alapján az űrköltségvetést. A transzparencia hiánya miatt főleg a nyugati elemzők gyakran rossz szándékot feltételeznek, ám a kínaiak szerint ez tévedés, mivel állításuk szerint emögött kulturális különbségeken alapuló, eltérő kommunikációs formák állnak. A kínai fél úgy véli, nyíltan kommunikál a szándékait illetően, de nem tárja fel a fegyverkezési kapacitásait, az eszközei képességeit, mivel az ilyen transzparencia csak az erősebb felet szolgálná.<sup>19</sup> Ezért az űrt illetően nyilvánosságra hoznak ugyan bizonyos dolgokat, megosztanak bizonyos információkat egyes eszközökről és képességekről, de ezek nem elégitik ki a nyugati országok nagyobb átláthatóság iránti igényét.

Mindenesetre a kínai kormányzati űrköltségvetés a becslések szerint 2022-ben 11,93 milliárd amerikai dollár volt. Az ugyanerre az évre vonatkozó globális, kormányzatokhoz köthető 103 milliárd dollár értékű űrköltségvetésből Kína ráfordítása 11,6%-ot tett ki. Az Euroconsult 2022-es jelentése még azt jósolta, hogy a védelmi kiadások majd csak 2031 körül haladják meg a polgári programokra fordított összeget.<sup>20</sup> Ami a 2023-as évet illeti, a globális kormányzati űrköltségvetés 117 milliárd dollár volt, ami az előző évhez ké-

<sup>18</sup> China's Space Program: A 2021 Perspective, [https://english.www.gov.cn/archive/white-paper/202201/28/content\\_WS61f35b3dc6d09c94e48a467a.html](https://english.www.gov.cn/archive/white-paper/202201/28/content_WS61f35b3dc6d09c94e48a467a.html) (A letöltés ideje: 2023. 10. 13.)

<sup>19</sup> Chinese Perspectives on Transparency and Security, <https://www.ucsusa.org/resources/chinese-perspectives-transparency-and-security> (A letöltés ideje: 2023. 10. 13.)

<sup>20</sup> Euroconsult: New record in Government Space Defense spendings driven by investment in Space Security and Early Warning, <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-record-in-government-space-defense-spendings-driven-by-investments-in-space-security-and-early-warning/> (A letöltés ideje: 2023. 09. 26.)

pest 15%-os emelkedést jelent, s mivel ez javarészt a védelmi kiadások terén realizálódott, bekövetkezett az, amit a 2022-es jelentés csak 2031-re jósolt, vagyis a védelmi kiadások meghaladták a polgári programokét. A 2023-as adatok szerint Kína kormányzati űrköltségvetése 14,15 milliárd dollárra emelkedett.<sup>21</sup> Ez a jelentősnek tekinthető, 18,6%-os növekedés szinte megegyezik az Egyesült Államok által végrehajtott 18,42%-os növekedéssel. Kína nagyobb mértékben növelte kiadásait, mint a világátlag, így részesedése a világ költségvetésében valamelyest nőtt 2022-höz képest, és 12% fölé emelkedett. Igaz, az Egyesült Államok a nagyobb kezdőösszeg miatt abszolút értékben többet költ, azonban a vásárlóerő-paritás eltérő volta miatt egy dollár Kínában elköltsz többet ér, főleg az államilag támogatott űrszektoron belül.

Kína esetében a polgári költségvetés felmérése is problémát jelent, a CNSA részesedése a fent említett becsült összegből kérdéses. A feltevések szerint a költségvetése körülbelül a NASA-büdzsé felének megfelelő lehet. A Holddal kapcsolatos kínai tervek arra engednek következtetni, hogy a források nagyon is rendelkezésre állhatnak, ha egy olyan ambíciózus tervbe is belevágnak, amely akár több tízmilliárd dollárba kerülhet.

A kínai űrszektor ellátó vállalatok felmérése megint csak nehézségekbe ütközik, nincs olyan nyilvános adatbázis, mint az amerikai vállalatok esetében a negyedéves jelentések vagy a befektetői alapok nyilvános közlései. Néhány kisebb start-up esetében megjelennek ugyan számok, és a CASIC vagy a CASC anyagi háttéréről is feltűnnek adatok, de azok sokszor töredékesek. A CASC 2023-as évértékelőjében például vannak adatok arról, hogy az elmúlt öt évben a nyeresége 40%-kal nőtt, de az már nem derül ki belőle, hogy konkrétan mennyi volt a cég bevétele.<sup>22</sup> Ennek függvényében a külföldi elemzők számára egyes adatok csak nagyon nehezen megszerezhetők, ellenőrzésük pedig még nehezebb feladat.

## Stratégiai Támogató Erők

A kínai űrképességekért felelős legfontosabb szervezetek egyike a 2015 utolsó napján haderőnemi szinten létrejött Stratégiai Támogató Erők.<sup>23</sup> Az új

<sup>21</sup> Euroconsult: New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures, <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-historic-high-for-government-space-spending-mostly-driven-by-defense-expenditures/> (A letöltés ideje: 2023. 12. 21.)

<sup>22</sup> Zhōngguó hángtiān kējì jítuán yǒuxiàn gōngsī zhàokāi 2023 niándù gōngzuò huìyì. 中国航天科技集团有限公司召开2023年度工作会议. [A CASC megtartotta 2023-as évértékelő megbeszélését], <https://finance.sina.com.cn/enterprise/central/2023-01-19/doc-imyasyip4411749.shtml> (A letöltés ideje: 2023. 12. 21.)

<sup>23</sup> A stratégiai erőket 2024-ben átszervezték, a haderőnemből önálló fegyvernemek (parancsnokságok) lettek. Az űrerőkből létrehozták az Űrhadviselési Erőket. Kisvári Tamás – Krasznár Attila: Kína – a Középső Birodalom. KNBSZ, Budapest, megjelenés alatt.



haderőnem felállítása szorosan összefügg a kínai haderő-modernizációs törekvésekkel, amelyek során csökkentették a fegyveres erők létszámát, átszervezték a haderő struktúráját és felállították a Keleti, Déli, Nyugati, Északi és Központi Hadszintéri Parancsnokságokat.

A Stratégiai Támogató Erők feladata, hogy egybefogja a Népi Felszabadító Hadsereg űr-, kiber-, elektronikus, információs, kommunikációs, és lélektani műveletek elvégzésére alkalmas képességeit. Kiemelt hangsúlyt kap az olyan elhárító képességek fejlesztése, amelyek akadályozhatják vagy ellehetetleníthetik a világűr felhasználását Kína potenciális ellenfelei – különösen az Egyesült Államok – számára. Az ilyen eszközök köré sorolhatók a közvetlenül célra repülő műholdelhárító rakéták, az orbitális kötelékrepülésre alkalmas eszközök, az elektronikus hadviselés, az irányított energiájú fegyverek, illetve bizonyos tekintetben a kiberképességek is.

Egy másik fontos változás, hogy Kína sok más űrhatalommal együtt a világűr – akárcsak az elektromágneses teret és a kiberteret is – műveleti területnek tartja.<sup>24</sup> Az SSF létrehozása mellett és azzal szoros összefüggésben, 2015-ben a kínai vezetés utasította a Kínai Népi Felszabadító Hadsereget arra, hogy készüljön fel egy információs lokális háború megnyerésére. A „lokális” alatt elsősorban Kína közvetlen környezete értendő, főként a Tajvan körüli és az úgynevezett első szigetláncon belüli területek. Az információs helyi háború nem meglepő módon illeszkedik az információs háború általános koncepciójához,<sup>25</sup> amelynek lényege az információk terén megszerzett stratégiai fölény. Ennek elérése az űrbázisú képességek nélkül nem képzelhető el, ami további magyarázatot nyújt az SSF alá rendelt különféle műveletek fajtáira és azok egységben kezelésére. Mint azt Steven Lambakis amerikai biztonságpolitikai elemző kiemeli, a kínai felfogás szerint a világűrképességek eszközök a komolyabb fenyegetések elhárítására. Kína álláspontja szerint egy gyors és sikeres kezdeti csapás az űrben az Egyesült Államok nagyfokú világűrre hagyatkozása miatt elejét veheti bármiféle további ellenséges művelet végrehajtásának.<sup>26</sup> Így Kína meg tudja akadályozni, hogy a számára fontos műveleti területre az ellenfél behatolhasson és ott hatékonyan tevékenykedhessen. Ez a stratégia hozzáférést gátló/területmegtagadó (A2/AD) elnevezéssel ismert a nyugati irodalomban. Ennek tükrében az amerikai műholdak megsemmisítése az eszkálciónak egyik korai lépéseként értelmezhető, és egy fegyveres konfliktus kirobbanása esetén Kína már a kezdeti fázisban kísérletet tehet az ellenfél űrképességeinek elpusztítására vagy megbénítására.<sup>27</sup>

<sup>24</sup> *China's National Defense in a New Era.*

<sup>25</sup> Office of the Secretary of Defense: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China. H. n., 2018, 45.

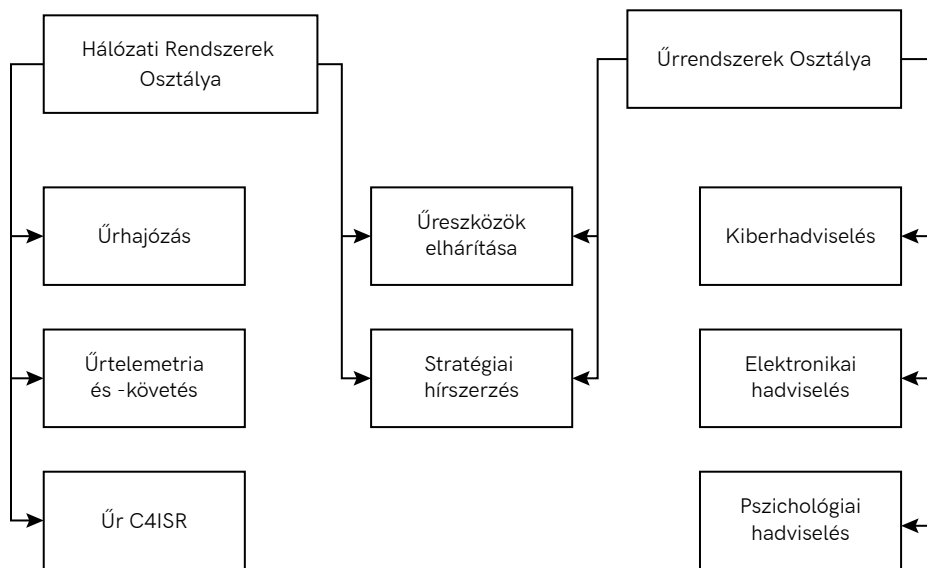
<sup>26</sup> Steve Lambakis: *A Guide to Thinking About Space Deterrence and China.* National Institute Press, Fairfax (VA), 2019. 12-16.

<sup>27</sup> Dean Cheng: *Prospects for Extended Deterrence in Space and Cyber. The Case of the PRC.* The Heritage Foundation, <https://www.heritage.org/defense/report/prospects-extended-deterrence-space-and-cyber-the-case-the-prc> (A letöltés ideje: 2023. 07. 12.)



Az alkalmazható stratégiák között szerepel az elrettentés is. Elsőként meg kell jegyeznünk, hogy a kínai elrettentés<sup>28</sup> koncepciója eltér a nyugati felfogástól, mivel ez tartalmazza a kényszerítést is. A kínai források négy különböző elrettentési lépést vázolnak fel a világűrrel kapcsolatban, ezek bármely sorrendben és bármikor megtehetőek, nem jelentenek szigorú lépcsőzetes megközelítést: 1) űrerők látható bemutatása, 2) űrerők hadgyakorlata, 3) űrerők telepítése, 4) űreszközökre mért csapások (a kibertámadástól kezdve a kinetikus ASAT-fegyverek bevetéséig). Ezen kívül a kínai dokumentumokban megtalálható az űrblokád fogalma, ami az A2/AD stratégia sajátos, világűrre alkalmazott változatának is tekinthető.<sup>29</sup>

Az SSF szervezeti felépítése is sokat elárul a feladatköréről. Külön osztályt kapott a törzs, a politikai tevékenységek, a logisztika, a felszerelések beszerzése; illetve van további két osztály, amely a műveletekért felel. A szervezet két nagy részlege a Hálózati Rendszerek Osztálya (NSD)<sup>30</sup> és az Űrrendszerek Osztálya (SSD).<sup>31</sup>



1. ábra: A Stratégiai Támogató Erők Űrrendszerek és Hálózati Rendszerek Főnöksége alá rendelt feladatkörök (készítette: Edl András)<sup>32</sup>

<sup>28</sup> wēishè 威慑.

<sup>29</sup> Edl András: Deterrence in Space. Hadtudomány, 32(1), 2022, 256-269., <https://ojs.mtak.hu/index.php/hadtudomany/article/view/9407>.

<sup>30</sup> Network System Department Wāngluò Xìtǒng Bù 网络系统部.

<sup>31</sup> Space System Department Hángtiān Xìtǒng Bù 航天系统部.

<sup>32</sup> John Costello - Joe McReynolds: China's Strategic Support Force. A Force for a New Era. National Defense University Press, Washington DC, 2018. 11.



Az NSD felelős a pszichológiai hadviselésért<sup>33</sup> is, mely a három hadviselési<sup>34</sup> koncepció egyik eleme a közvélemény/média-hadviselés<sup>35</sup> és a jogi hadviselés<sup>36</sup> mellett. Az SSF erői úgynevezett szürke zónás<sup>37</sup> műveletekben – olyan akciókban, amelyek még a konfliktusok határmezsgyéje alatt vannak – is részt vehetnek, de ezek mértéke és módja eltérő, az adott művelettől függ. A fenti területeken végzett tevékenységek sok tekintetben a hibrid műveletek közé sorolhatók. Az úrképességek ebben kiegészítő szerepet játszanak, de jellegüknél fogva nem képezik az SSD fő tevékenységi körét.

Az SSF-nek továbbá fontos szerep jut majd bármiféle megelőző csapás-mérésben is, amire szükség lehet egy technológiailag fejlettebb és erősebb ellenféllel szemben. Az úrképességek egyik fő funkciója a megfelelő célpontok azonosítása, illetve a saját erők navigációjának és kommunikációjának segítése lesz. Mindeközben a Hálózati Rendszerek Osztálya alá sorolt erők igyekeznek a hálózati-elektronikus hadviselés<sup>38</sup> révén szétzilálni az ellenfél információs struktúráit.<sup>39</sup>

## A földi infrastruktúra

A kínai űrprogram irányító központja a fővárosban helyezkedik el. 1999 óta ez felel a repülésirányításért és az egyes missziók levezényléséért, legyenek azok polgári, tudományos vagy katonai küldetések. Esetenként BACCC vagy BACC néven hivatkoznak rá, ami még a korábbi angol elnevezéséből ered.<sup>40</sup> Jelenlegi elnevezésének magyar fordítása: Pekingi Űrrepülésirányító Központ. A központ az SSF irányítása alá tartozik, és ez az alább felsorolt űrközpontokra is igaz.

<sup>33</sup> Xīnlǐ zhàn 心理战.

<sup>34</sup> Sān zhǒng zhàn fǎ 三种战法.

<sup>35</sup> Yúlùn zhàn 舆论战.

<sup>36</sup> Fǎlǜ zhàn 法律战.

<sup>37</sup> Huīsè dìdài 灰色地带.

<sup>38</sup> Wǎngdiàn yìtǐ zhàn 网电一体战.

<sup>39</sup> Elsa B. Kania – John K. Costello: Seizing the commanding heights: the PLA Strategic Support Force in Chinese military power. *Journal of Strategic Studies*, 44(2), 2021, 105–121.

<sup>40</sup> Eredeti neve Běijīng hángtiān zhǐhuī kòngzhì zhōngxīn 北京航天指挥控制中心. Ennek angol fordítása: Beijing Aerospace Command and Control Center – BACCC vagy gyakrabban BACC. Ezt 2006-ban megváltoztatták Běijīng hángtiān fēixíng kòngzhì zhōngxīn 北京航天飞行控制中心 elnevezésre, ami inkább Beijing Aerospace Flight Control Center, de a rövidítés a régi maradt.



2. ábra: Főbb kínai űrlétesítmények 2023-ban<sup>41</sup>

A kínai űrtevékenység jelenleg négy szárazföldi létesítményből képes rakétákat indítani. Ehhez járulnak majd a már most intenzív tesztelés alatt álló hajók, melyek képesek kisebb rakéták indítására. Három létesítmény nevében szerepel a műholdindító kifejezés, azonban ez nem minden esetben jelenti azt, hogy csak műholdakat állítanak pályára az innen startoló rakétákkal. A legelső kínai űrközpont a szovjet segítséggel és mintára 1958-ban alapított Csiucsüan (*Jiuquan*) Műholdindító Központ.<sup>42</sup> Innen állították pályára az első kínai műholdat, és innen indult útjára 2003-ban Jang Li-vej,<sup>43</sup> az első kínai

<sup>41</sup> US Department of Defense.

<sup>42</sup> Jiūquán wèixīng fāshè zhōngxīn 酒泉卫星发射中心, de 20-as számú teszt- és kiképzőbázisnak is hívják.

<sup>43</sup> Yáng Lìwéi 杨利伟.



úrhajós is. Amikor a kínai-szovjet viszony romlani kezdett, a Belső-Mongóliában elhelyezkedő bázis korábban előnyösnek vélt közelsége a közös háttérhez inkább kockázatként jelent meg, így 1966-ban elkezdték egy másik űrközpont építését. Ez a jelenleg is üzemelő Tajjüan Műholdindító Központ<sup>44</sup>, amely az ország belsőbb régiójában, Pekingtől hozzávetőlegesen 500 km-re délnyugatra található, és nevének megfelelően a fő funkciója műholdak Föld körüli pályára állítása. A harmadik űrközpont szintén Pekingtől délnyugatra helyezkedik el, de már megközelítőleg 2200 km-es távolságban Szecsuán tartomány déli részén. A Hszicsang Műholdindító Központ<sup>45</sup> 1984 óta működik, bár mostanra már inkább tartalék létesítményként, mivel túl közel van a lakott területekhez. Itt történt az *Intelsat 708*-as műhold 1996. február 15-ei balesete is, amelynek során a rakéta egy közeli faluba csapódott, több ember halálát okozva, és a későbbi vizsgálatok az amerikai-kínai űrkapcsolatok megromlásához vezettek.<sup>46</sup>

A legutolsó a sorban a 2014-től üzemelő Vencsang Űrkikötő.<sup>47</sup> A létesítmény a Dél-kínai-tenger egyik szigetén, Hajnanon található, amely délebbre fekszik, mint Hanoi, Vietnám fővárosa. Ezt az űrközpontot első alkalommal egy *Hosszú menetelés-7* (CZ-7) típusú rakéta indítására használták, 2016. június 25-én. Előnyei közé tartozik, hogy a rakéták hajón szállíthatók ide a Pekinghez közeli üzemből, így nem kell korlátozni a méretüket, mint más űrközpontok esetében, ahová csak vonattal tudják eljuttatni a rakétákat, így azok átmérője legfeljebb 3,35 méter lehet. A központ alkalmas a *Hosszú menetelés-5*, *-7* és *-8* típusú rakéták indítására, és a tervek szerint innen fognak indulni a jelenleg fejlesztés alatt álló *Hosszú menetelés-9* rakéták is, amelyek fontos szerepet játszanak majd a kínai Hold-programban.<sup>48</sup> Az űrkikötő azonban a tenger felől sebezhetőbb is, így részben ezzel magyarázható, miért törekszik Peking arra, hogy szorosabban ellenőrzése alá vonja a Dél-kínai-tengert.

Az SSF a fentebb megnevezett létesítményeken kívül még legalább nyolc támaszponton működik, beleértve a követő- és a kutatási létesítményeket is. A 3. ábra betekintést nyújt ezek elhelyezkedésébe – mint látható, nem minden támaszpont köthető az űrrendszerekhez.

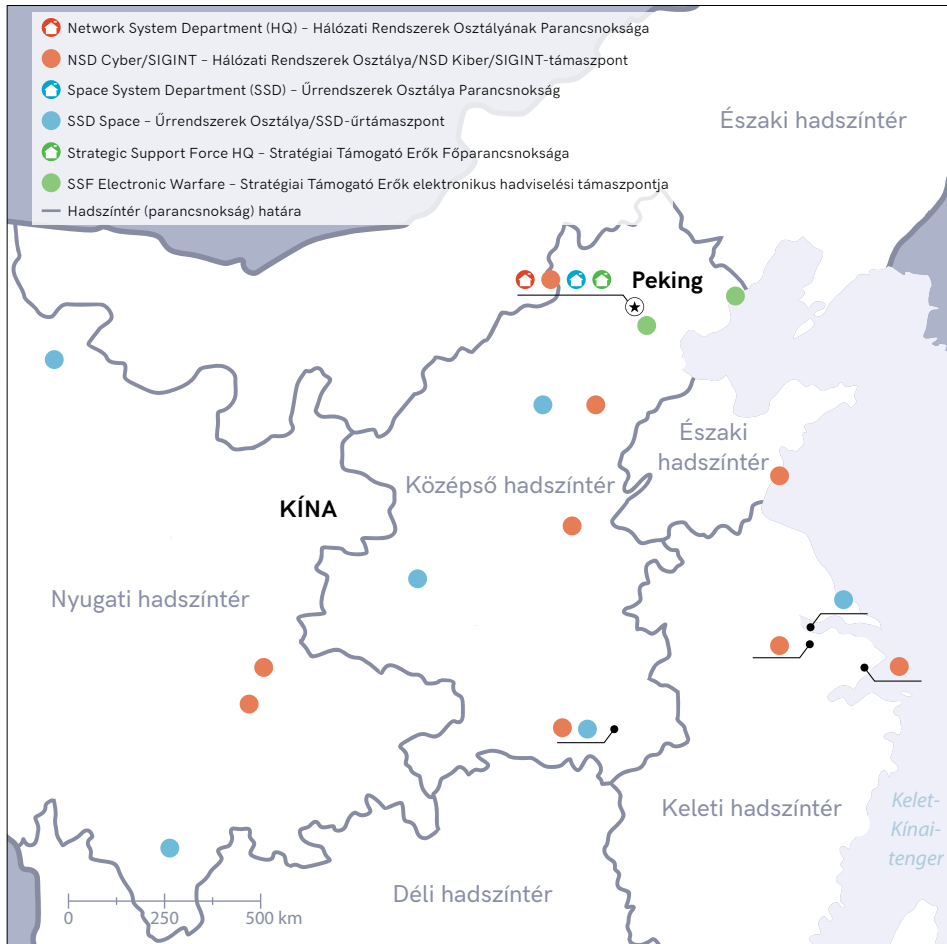
<sup>44</sup> Tàiyuán Wèixīng fāshè zhōngxīn 太原卫星发射中心, más néven 25-ös számú teszt- és kiképzőbázis.

<sup>45</sup> Xīchāng Wèixīng fāshè zhōngxīn 西昌卫星发射中心, vagyis a 27-es számú teszt- és kiképzőbázis.

<sup>46</sup> Anatoly Zak: Disaster at Xichang, <https://www.smithsonianmag.com/air-space-magazine/disaster-at-xichang-2873673/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 17.)

<sup>47</sup> Wénchāng Hángtiān Fāshèchǎng 文昌航天发射场.

<sup>48</sup> Wenchang facilities, <https://chinaspacereport.wordpress.com/facilities/wenchang/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 17.)



3. ábra: A Stratégiai Támogató Erők főbb bázisai 2023-ban<sup>49</sup>

Az űrtevékenységet több külföldön található állomás is segíti. Létesítésük és üzemeltetésük nem mindig problémamentes, és nemegyszer a kínai terjeszkedés aggasztó példáiként említik őket. Namíbiában (Swakopmund) létesült egy ilyen állomás 2001 júliusában, amely főleg a kínai emberes űrhajózás küldetése során bizonyult hasznosnak. A kilencvenes évek végén a csendes-óceáni Kiribati Köztársaságban is telepítettek egyet. Utóbbi esetben felmerült a gyanú, hogy esetleg a közeli Marshall-szigeteken folyó amerikai rakétakísérleteket kíséri figyelemmel. Miután a 2003-as kiribati parlamenti választásokat Anote Tong nyerte meg, egyik első intézkedésével elismerte a tajvani kormányt. Emiatt a pekingi vezetés 2003 novemberében megszakította

<sup>49</sup> U.S. Department of Defense (2023) i. m.



a diplomáciai kapcsolatokat és az állomás azonnali megszüntetése mellett döntött, továbbá beszüntette az összes segélyezési és fejlesztési programot.<sup>50</sup> A kapcsolatok jó ideig fagyosak voltak, ám 2019-ben, miután Taneti Maamau elnök újra elismerte a Kínai Népköztársaság fennhatóságát, Peking rendezte viszonyát az országgal és felmerült az állomás újrainyitása, illetve egy reptér megépítése is, ám eddig egyik sem valósult meg. Tágabb összefüggésben szemlélve ez a lépés egy átfogóbb stratégia része, mivel Peking több más csendes-óceáni állammal igyekszik javítani a kapcsolatait, ezzel is erősítve jelenlétét a térségben. Ez a stratégia néhány alkalommal már kudarcot vallott, mint például Pápua Új-Guinea esetében is,<sup>51</sup> más esetekben azonban – mint például a Salamon-szigetekkel 2022 áprilisában kötött biztonsági megállapodásnál – sikerrel járt. Több elemző szerint ezek a kezdeményezések még akkor is határozottabb ellenlépéseket indokolnak, ha nem valószínűsíthető kínai katonai bázisok létrehozása a közeljövőben.<sup>52</sup>

Kína a namíbiaihoz hasonló, korlátozott kapacitású létesítményekkel rendelkezik még Pakisztánban (Karacsi és Lahore) és Kenyában (Malindi). Az Egyesült Államok 2018 óta azon az állásponton van, hogy Kubában (Bejucal) is található egy kínai létesítmény, ami az amerikai kommunikációt és úrtevékenységet monitorozza.<sup>53</sup> Egy másik létesítmény (Estacio Del Espacio Lejano) Argentínában, Neuquén közelében található. A kínai műholdkövető állomás – úgy vélik – a két mozgatható antennájával alkalmas az Egyesült Államok keleti partjait kiszolgáló műholdak megfigyelésére.<sup>54</sup> A bázissal kapcsolatban nemcsak Washingtonnak, de az argentin ellenzéknek is vannak fenntartásai, mivel nem tartják előnyösnek a megkötött szerződés feltételeit. Az ellenzék szerint nem szabadott volna átadni Kínának az adott területet minimális fizetségért cserébe. A kormány erre azzal válaszolt, hogy az ESA is létesített hasonló bázist az országban. Ez ugyan igaz, de az utóbbi esetben a feltételek teljesen mások, és a végzett tevékenység természete is minden valószínűség szerint eltérő. A 2018 óta működő műholdkövető állomás esetében Kínának nem kell adót vagy bérleti díjat fizetnie a terület 50 éves használatáért. Argentína cserébe az antenna üzemidejének 10%-át kapta meg.

<sup>50</sup> Susan Windybank: Why China first wooed then jilted Kiribati, <http://www.cis.org.au/commentary/articles/why-china-first-wooed-then-jilted-kiribati/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 12.)

<sup>51</sup> Aleksandra Gadzala Tirziu: China is making waves in the Pacific, <https://www.gisreportsonline.com/r/china-pacific-conflict/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 26.)

<sup>52</sup> Tarcisius Kabutaulaka: China-Solomon Islands Security Agreement and Competition for Influence in Oceania, <https://gija.georgetown.edu/2022/12/02/china-solomon-islands-security-agreement-and-competition-for-influence-in-oceania/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 04.)

<sup>53</sup> Dave Sherwood – Matt Spetalnick: Does a Cuba base host a Chinese spy station? US thinks so, <https://www.reuters.com/world/does-secretive-cuba-base-host-chinese-spy-station-us-thinks-so-2023-06-14/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)

<sup>54</sup> China in Patagonia... and Space, <https://www.chinausfocus.com/foreign-policy/china-in-patagoniaand-space> (A letöltés ideje: 2023. 07. 26.)

Az állomást a Kínai Műholdindító- és Követő Szabályozási Szervezet (CLTC) üzemelteti, amely a Stratégiai Támogató Erők irányítása alatt áll.<sup>55</sup>

Ehhez járul az ország déli részén kibontakozó projekt. 2021-ben az argentin kormány bejelentette, hogy Rio Gallegosban, a Déli-sarkhoz közeli városban a kínai-argentin együttműködés keretében műholdkövető állomást épít. A területen 2023-ban meg is indult az építkezés, és a tervek szerint 4-6 antennát fognak elhelyezni a létesítményben.<sup>56</sup> Az argentin vállalat az Ascentio Technologies SA, míg a kínai cég korábban Satelliteherd néven volt ismert, jelenleg pedig Emposat néven működik. Az Emposat egy 2016-ban, korábbi CASC-alkalmazottak által alapított vállalat, amely így kapcsolatai és a kínált szolgáltatásainak jellege miatt kínai állami partnerekkel is rendelkezik. A cég az azeri kormánnyal is szorosan együttműködik, 2021-ben állapodtak meg egy antenna telepítéséről Baku közelében.<sup>57</sup>

Elemzések szerint a Kínai Műholdindító és -Követő Szabályozási Szervezet kapcsolatba került a Svéd Űrvállalattal (SSC)<sup>58</sup> is. A Svéd Védelmi Kutatóügynökség szerint a vállalathoz fűződő kapcsolatai révén Kína megszeghetett több megállapodást, és egy chilei (Santiago), illetve svéd területen (Kiruna) lévő létesítményt is a világűr katonai célú megfigyelésére használhatott fel. Kína ezenfelül még Venezuelában is rendelkezik állomásokkal, illetve a Kínai Nagy Fal Iparvállalat beruházásainak és fejlesztéseinek egy része Dél-Amerikában biztosít előnyöket és képességeket Peking számára.<sup>59</sup>

A fix földrajzi elhelyezkedésű támaszpontok mellett a mobilitás meglehetősen fontos képességével rendelkező Jüan Vang<sup>60</sup> (vagyis Messzire Tekintő) osztályú hajók szállító-, műholdkövető és kommunikációs képességeikkel segítik az űrtevékenységet. A Jüan Vang-1 és- 2 már az első kínai műhold pályára állításában is segédkeztek.

<sup>55</sup> Argentinian congress approves deal with China on satellite space station, <https://www.theguardian.com/world/2015/feb/26/argentina-congress-china-satellite-space-station> (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)

<sup>56</sup> R. Evan Ellis: China-Latin America Space Cooperation: An Overview, <https://thediplomat.com/2024/02/china-latin-america-space-cooperation-an-overview/>(A letöltés ideje: 2023.08.14.)

<sup>57</sup> Curcio Blaine: Emposat's Funding Round Highlights Growth Areas for Telemetry, Tracking, and Command, <https://spaceref.com/space-commerce/emposats-funding-round-highlights-growth-areas-for-telemetry-tracking-and-command/> (A letöltés ideje: 2023. 10. 22.)

<sup>58</sup> Swedish Space Corporation – SSC.

<sup>59</sup> Matthew P. Funaiole – Dana Kim: Eyes on the Skies, <https://features.csis.org/hiddenreach/china-ground-stations-space/> (A letöltés ideje: 2023. 10. 21.)

<sup>60</sup> Yuǎn wàng 远望.



## Az ipari háttér és az ellátási láncok

A kínai űrprogramon belül a legjelentősebb szerepet még mindig az állami vállalatok töltik be. Azok leányvállalatai, a korábbi munkatársak által alapított magáncégek, a kiegészítő intézmények és a kormányzat, valamint a haderő sokszor rejtett részvétele és befolyása meglehetősen összetett, nem átlátható rendszert alkot. Ugyanezen okból nehéz szétválasztani, hogy mi a civil és mi a katonai projekt.

A kínai vezetés az 1990-es évek végére rájött, hogy az űrszektor túlságosan merev, és nem ad lehetőséget innovációra. A problémára adott válasza egy mesterségesen generált versenykörnyezet kialakítása volt, így az egyik legmeghatározóbb lépésként 1999-ben egy állami óriáscég szétválasztásával hozott létre két nagyvállalatot. Azt kívánta elérni, hogy a két vállalat versenyezni kezdjen egymással, ezzel fokozva a fejlesztések ütemét és minőségét.<sup>61</sup>

Az első cég, az angol elnevezésből eredő mozaikszó után leginkább csak CASC<sup>62</sup> néven ismert vállalat a *Hosszú menetelés (CZ)* rakéták, a *Pej-tu* navigációs műholdak, a *Fengjün* meteorológiai műholdak, a *Kaofen* földmegfigyelő műholdak, űrállomásmodulok, a Hold- és a Mars-program eszközei és a *Mennyei Hajó (Tiencsou)*, vagyis az emberes űrrepülésben használt teherűrhajó gyártója. Tevékenységi körét tekintve sokkal inkább űripari cég, mint a riválisának szánt CASIC. Habár állami vállalat, nem zárkózik el a magánszektor felé nyitástól sem. A kínaiak felismerték, hogy űriparuk az Egyesült Államokéval szemben sokkal kevésbé áll összeköttetésben a civil szférával. Így a gazdaság elesik a már említett előnyöktől, amelyeket az amerikai fél élvezett a szovjet féllal szemben az űrverseny idején.

A második vállalat a CASIC<sup>63</sup>, melynek tevékenysége sokkal szorosabban kapcsolódik a kínai haderő eszközeihez. Jelentős szerepet játszik a taktikai és stratégiai atomrakéták, a légvédelmi, a levegő-levegő, a föld-levegő, a hajók ellen bevethető rakéták stb. gyártásában. A vállalat emellett foglalkozik robotok, kommunikációs eszközök, nagy energiájú lézerfegyverek fejlesztésével is. Az egyik, több nemzetközi kiállításon is bemutatott terméke az LW-30-as drónelhárításra alkalmas lézerfegyverrendszer.<sup>64</sup> A miniatürizáció

<sup>61</sup> Chinese aerospace industry celebrate 60 years of long march, <https://chinaspacereport.com/2016/10/07/chinese-aerospace-industry-celebrate-60-years-of-long-march/> (A letöltés ideje: 2023. 10. 24.)

<sup>62</sup> China Aerospace Science and Technology Corporation - CASC; Zhōngguó hángtiān kējì jítuán gōngsī 中国航天科技集团有限公司.

<sup>63</sup> China Aerospace Science and Industry Corporation - CASIC; Zhōngguó hángtiān kēgōng jítuán gōngsī 中国航天科工集团有限公司.

<sup>64</sup> Cao Siqi - Liu Xuanzun - Fan Wei: China unveils 'drone killer' laser weapon at Airshow China, can shoot down target at low cost, <https://www.globaltimes.cn/page/202211/1279311.shtml> (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)



előrehaladtával nem kizárt, hogy hasonló rendszereket telepíthetnek majd műholdakra is. A CASIC részvétele a kínai űrprogramban a *Pej-tu* műholdas navigáció, az űrbázisú internetes kommunikáció, az emberes űrutazás, a Föld-megfigyelés és a Hold-program területén történik. Ezenkívül a leányvállalatain keresztül is képviselteti magát a szektorban, amire példa a 2016 áprilisában alapított ExPace Technology Corporation. Ez a cég hivatott piacra dobni a civil szektor számára is elérhető rakétaindításokat és műholdakat. A CASIC anyagi és technológiai erőforrásaival a háta mögött jó esélyekkel indulhat. Egy hasonló kínai magáncég a Landspace,<sup>65</sup> amely szintén kereskedelmi forgalomba bocsátja műholdindítási kapacitását. Meg kell említeni a 2020-ban létrehozott Orienspace<sup>66</sup> vállalatot is, mely 2024. január 11-én sikeresen pályára állított három *Jünyao-1* típusú kereskedelmi meteorológiai műholdat, saját fejlesztésű *Gravity-1* rakétájával, melyet ráadásul egy a Kelet-kínai tengeren horgonyzó hajóról indítottak.<sup>67</sup>

A vállalatok tevékenységéhez fontosak a különböző kutatási és fejlesztési intézmények. A CNSA, a CASIC és a CASC is rendelkezik külön kutatás-fejlesztési (K+F) részleggel. Ezek egyikére példa a CASC alá tartozó Kínai Űrtechnológiai Akadémia (CAST)<sup>68</sup> amely az első kínai műholdat is tervezte. Ugyanakkor az ügynökség saját leányvállalatokat is fenntart, mint például a pekíngi székhelyű China Spacesat céget. A kínai haderővel fenntartott kapcsolataik miatt azonban mindkét entitást tiltólistára helyezték az Egyesült Államokban. Az egyik legnagyobb támogató háttérintézmény a Kínai Tudományos Akadémia (CAS)<sup>69</sup>, mely természetesen nemcsak a világűr-tevékenységgel foglalkozik, hanem számos olyan alapkutatást is végez, ami megteremtí az űrtechnológia fejlődésének alapjait. A CAS alá tartozik a Nemzeti Űrtudományi Központ, valamint a Kuo Sou-csing Obszervatórium és a világ jelenleg legnagyobb, 500 méteres antennaátmérőjű rádióteleszkópja is.<sup>70</sup> Ezt az előkelő helyet 2028-ban átveheti tőle az Ausztráliában épülő SKAO projekt, de a létesítmény ettől még nem veszít értékéből. Mindenesetre a CAS

<sup>65</sup> Lánjiàn Kōngjiān Kējì 蓝箭空间科技.

<sup>66</sup> Oriental Space (Shandong) Technology Corporation, Dōngfāng kōngjiān (shāndōng) kējì yǒuxiàn gōngsī 东方空间 (山东) 科技有限公司.

<sup>67</sup> Yīnli yī hào hǎishàng shǒu fēi chénggōng! Chuàng quánqíu zuìdà gùtǐ yùnzài huòjiàn jìlù 引力一号海上首飞成功! 创全球最大固体运载火箭纪录! [A Gravity-1 első tengeri felszállása sikeres volt! Rekord a világ legnagyobb szilárd hajtóanyagú rakétája tekintetében], [https://mp.weixin.qq.com/s/LEtsCwHór\\_QlWWks5jbgg](https://mp.weixin.qq.com/s/LEtsCwHór_QlWWks5jbgg) (A letöltés ideje: 2023. 10. 24.)

<sup>68</sup> China Academy of Space Technology - CAST; Zhōngguó Kōngjiān Jìshù Yánjiūyuàn 中国空间技术研究院.

<sup>69</sup> Chinese Academy of Sciences - CAS; Zhōngguó Kēxuéyuàn 中国科学院.

<sup>70</sup> Chinese Academy of Sciences: Five-hundred meter Aperture Spherical radio Telescope (FAST), <https://lssf.cas.cn/en/facilities-view.jsp?id=ff8080814ff56599014ff5a1c1470045>.



a *Nature* folyóirat szerint 2015-ben a világ legnagyobb tudományos intézménye volt, 114 intézet tartozott alá, több mint 48 000 kutatóval.<sup>71</sup>

A vállalatok és a nagyobb intézményekről rendelkezésre álló adatok hiányosak, azonban még ennél is lényegesen kevesebb információ szerezhető a kínai űrszektor ellátási láncairól, ugyanis nem állnak rendelkezésre olyan dokumentumok, amelyek ilyen szempontból vizsgálnák a szektort. A trendek és a globális folyamatok figyelembevételével levonhatjuk azt a következtetést, hogy Kína űripari ellátási láncai a szükséges nyersanyagok bányászata és egyszerűbb alkatrészek gyártása tekintetében rendkívül jók lehetnek, azonban sokkal nagyobb a hiány a csúcstechnológiájú félvezetők és mikrocsipek, illetve az előállításukhoz szükséges gépek terén. Ezt a lemaradást megpróbálja behozni, miközben meg kívánja tartani például a nyersanyagbányászat terén szerzett pozícióját is.

## Rakéták és űrhajók

A fent említett vállalatok és intézmények tevékenysége révén a kínai űrtevékenység fejlett eszközökkel rendelkezik. Az egyik legfontosabb eszköztípust a rakéták alkotják. A kínai űrprogramban gyakran használt *Hosszú Menetelés* rakétacsalád tagjaival 2024. február 29-éig összesen 510 indítást hajtottak végre.<sup>72</sup> Ezek közül csak tíz volt sikertelen, nyolc pedig részlegesen sikertelen, tehát a hibaszázalék 3,5 % közelében van. A *Hosszú menetelés-1* főtípus az egyetlen, amit már véglegesen kivontak a forgalomból, míg a többi típus modernebb verzióit még használják, vagy éppen fejlesztés alatt állnak. A jelenleg használt verziók a 2C, 2D, 2F, 3B, 4B, 4C, 5, 5B, 6, 7, 7A, 8 és 11.<sup>73</sup>

Időszakosan előfordulnak hibák, akár egy többször próbált típusal is. 2016. november 3-án például a *Hosszú menetelés-5* rakéta első indítása sikeres volt, az újonnan épült Vencsang létesítményből. A rakéta második indítása, a *Sicsien-18* nevű műholddal 2017. július 2-án azonban kudarcot vallott. Az esemény azért volt jelentős, mert ennek a típusnak a nagyobb teljesítménye miatt fontos szerepet szántak az űrállomás építése és a Hold-program során. A kudarc ugyan lassította a programokat, de végül megoldották a problémát. Ennek a típusnak a Vencsang űrkikötőből induló B variánsa juttatta a világűrbe a jelenleg is üzemelő *Tienkung* (Mennyei Palota) űrállomás *Mengtien* (Mennyről álmodni)<sup>74</sup> modulját 2022. október 31-én. Az alap 5-ös

<sup>71</sup> Ten institutions that dominated science in 2015, <https://www.natureindex.com/news-blog/ten-institutions-that-dominated-science-in-twentyfifteen> (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)

<sup>72</sup> Flight Record of LM Launch Vehicle Family, <https://english.spacechina.com/n17215/n17269/n161107/c161110/content.html> (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)

<sup>73</sup> Uo.

<sup>74</sup> Mengtiān 梦天.

változatot 2023 decemberében és 2024 februárjában használták az SSF számára készült műholdak pályára állítására.<sup>75</sup>

A *Hosszú menetelés-7* típus sikeresen debütált 2016. június 25-én, startja egyben a Vencsang űrkikötő első indítása is volt. A 7A változatának 2020. márciusi első indítása azonban kudarcba fulladt. A hibát itt is sikerült orvosolni, és azóta a 7-es típust főleg kísérleti műholdak és *Tiencsou* teherűrhajók világűrbe juttatására használják.<sup>76</sup>

Az évek óta fejlesztés alatt álló *Hosszú menetelés-9* a tervek szerint legalább olyan teljesítménnyel rendelkezik, mint az amerikai *Saturn V*, és legalább részben újrafelhasználható lenne. A 10-es típusal együtt mindkettőnek komoly szerepet szánnak a kínai Hold-program megvalósításában. 2024 márciusában a CASC szóvivője úgy nyilatkozott, hogy a vállalatnak szándékában áll felgyorsítani a 4, illetve 5 méteres átmérőjű újrafelhasználható rakéták fejlesztését, és 2025-ben, valamint 2026-ban szeretnék velük az első repüléseket is végrehajtani.<sup>77</sup> A szóvivő konkrét típust nem nevezett meg, de feltehetőleg ezek egyike a *Hosszú menetelés-10* lenne. A CASC által gyártott rakétákon kívül természetesen több kisebb vállalat is dolgozik a saját újrafelhasználható rakétáján. A már említett Orienspace tervezett *Gravity-2* első fokozata például ilyen lenne.

Az *Isteni Hajó*<sup>78</sup> (a szakirodalomban leginkább *Senccsou* néven emlegetett) űrhajó a kínai emberes űrrepülés igáslova. Elnevezése utal a mitológiai mennyei hajóra, ami az égi folyón<sup>79</sup> – vagyis a Tejúton – hajózik, de egyben egy szójáték is, mely Kína egyik költőjének nevére, az ugyanolyan kiejtésű Mennyei Birodalom kifejezésre utal.<sup>80</sup> A felépítése hasonlít valamelyest a *Szojuzéra*, ám nem annak másolata, mivel lényegesen fejlettebb, nagyobb és robusztusabb űrjármű. Első példánya 1999-ben tette meg próbaútját, és 2003-ban a *Senccsou-5* már a világűrbe juttatta – és ami még fontosabb: épségben haza is hozta – Jang Li-vejt, a Kínai Népköztársaság első űrhajóját. 2023 októberéig összesen 17 alkalommal repült a típus.

A *Mennyei Hajó*<sup>81</sup> (*Tiencsou*) voltaképpen egy teherűrhajó, ami automatikusan képes a dokkolásra és az üzemanyag áttöltésére. A típus első repülése a 2017. április 20-ai indítással kezdődött, és azóta többször sikeresen kapcsolódott a korábbi *Tienkung-2* állomáshoz, gyakorolva az űrállomások

<sup>75</sup> Flight Record of LM Launch Vehicle Family.

<sup>76</sup> Uo.

<sup>77</sup> Mǎ Shuàishā 马帅莎: Zhōngguó 4 mǐ jí kě chóngfù shìyòng huǒjiàn jìhuà 2025 nián shǒu fēi 中国4米级可重复使用火箭计划2025年首飞. [Kína 4 méteres újrafelhasználható rakétája 2025-ben tervezi első repülését], [https://www.chinanews.com.cn/gn/2024/03-04/10174021.shtml?fbclid=IwAR2efxSnprj5rncJsmxmdSqapyOvWOSuBi9XOkd2Rt9Glbp\\_oKuj822cnRE](https://www.chinanews.com.cn/gn/2024/03-04/10174021.shtml?fbclid=IwAR2efxSnprj5rncJsmxmdSqapyOvWOSuBi9XOkd2Rt9Glbp_oKuj822cnRE) (A letöltés ideje: 2024. 02. 25.)

<sup>78</sup> Shénzhōu 神舟.

<sup>79</sup> Égi folyó Tienho, Tiānhé 天河, a klasszikus kínai nyelvben a Tejút egyik neve.

<sup>80</sup> Shénzhōu 神舟 és Shénzhōu 神州.

<sup>81</sup> Tiānzhōu 天舟.



megfelelő pályamagasságon tartásához szükséges hajtóanyag áttöltését, ez a képesség ugyanis elengedhetetlen a hosszú távú üzemeltetéshez. Kínai sajtótermékek a sikeres missziót korszakalkotónak nevezték, amivel az ország űrprogramja igazán belépett az „űrállomások korszakába”.<sup>82</sup> A jelenlegi *Tienkung* űrállomást is *Tiencsou* típusú teherűrhajó látja el.

## Űrállomások

Mivel az *ISS* nem volt hozzáférhető számára, Kína úgy döntött, hogy saját űrállomásprogramba kezd. A 2011. szeptember 29-én pályára állított *Menyneyi Palota-1*<sup>83</sup> volt az első, voltaképpen gyakorló űrállomása, amellyel célja a dokkolási rutin gyakorlása, illetve bizonyos űrkísérletek végzése volt. Az állomás 2018. április 1-én zuhant le a Csendes-óceán déli részén.<sup>84</sup>

A *Mennyeyi Palota-2* űrállomás 2016. szeptember 15-én állt egy 380 kilométeres magasságban lévő, alacsony orbitális pályára. Az állomás eredetileg a *Mennyeyi Palota-1* másolata és tartaléka volt, azonban az első állomás sikere után átalakították, hogy fogadhassa a *Tiencsou* teherűrhajót. Ennek állomásnak a fedélzetén már kétfős személyzet is tudott hosszabb ideig tartózkodni, gyakorolni lehetett rajta a dokkolást, és tudományos kísérletek végzésére alkalmas laboratóriummal is rendelkezett.<sup>85</sup>

A jelenleg is üzemelő – számozás nélküli – *Mennyeyi Palota* központi moduljának (*Tienho*) indítására 2021. április 29-én került sor, melyet 2022-ben két, kísérletek végrehajtására és tudományos kutatásokra alkalmas modul követte. Kisebbség, mint az *ISS*, azonban felmerült, hogy annak nyugdíjazása után a kínai űrállomás lehet majd az egyetlen, fedélzeti kísérletek végzésére alkalmas űreszköz, és Kína igyekszik is hangsúlyozni, hogy hajlandó együttműködni a nemzetközi partnerekkel.

<sup>82</sup> Tiānzhōu yīhào wánchéng shǒucì tuījìn jì zài guǐ bǔ jiā shìyàn zhōngguó hángtiān màijìn “kōngjiānzhàn shídài” „天舟一号完成首次推进剂在轨补加试验 中国航天迈进“空间站时代” [A *Tianzhou-1* végrehajtotta az első pályán belüli hajtóanyag-utánpótlási tesztet, amivel a kínai űrrepülés az „űrállomások korszakába” lépett], [http://www.xinhuanet.com/politics/2017-04/27/c\\_129577986.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2017-04/27/c_129577986.htm) (A letöltés ideje: 2023. 07. 01.)

<sup>83</sup> Tiāngōng -1 天宫一号.

<sup>84</sup> Neil Connor: „Tiangong-1: China’s space station breaks up over Pacific Ocean”, <https://www.telegraph.co.uk/news/2018/04/02/chinas-out-of-control-tiangong-1-space-lab-expected-re-enter/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 21.)

<sup>85</sup> Tiangong 2, <https://chinaspaceport.com/spacecraft/tiangong2/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 21.)

## Kínai űreszközök

### Műholdak

A biztonsági vonatkozásban is jelentős kínai űreszközöknek számos csoportja létezik. Az egyik legfontosabb a 2020 júniusától teljes kapacitással működő *Pej-tu*<sup>86</sup> globális helymeghatározó, navigációs és időmeghatározó (PNT) rendszer. Az általa biztosított képességek ugyanolyan erőteljes hatással bírhatnak a kínai haderő számára, mint a GPS az Egyesült Államok haderejének. A *Pej-tu* rendszer emellett diplomáciai eszköz is. Az „Egy Út – Egy Övezet” kezdeményezés részeként 2016-ban bejelentették a Világűr Információs Folyosót, amelynek legfontosabb elemei a *Pej-tu* navigációs rendszer és a *Fengjün* meteorológiai műholdak hálózata.<sup>87</sup> Ez utóbbi műholdtípus egyik inaktív példányát semmisítették meg a 2007-es ASAT-teszt során, ám a még üzemben lévő darabok alapvető fontosságúak Kína számára.

A 2013 óta működő *Kaofen* műholdak nagy felbontású Föld-megfigyelésre alkalmasak. Főleg polgári célú a felhasználásuk, fontos elemei a katasztrófa- és árvízvédelemnek, de szükség esetén katonai célra is felhasználhatók, illetve a begyűjtött adataik más adatbázisokkal is integrálhatók.

A 2008-tól *Hosszú menetelés-3C* és *+B* rakétákkal pályára állított *Tienlien* szatellitiek kommunikációs reléműholdként működnek, a földi állomások, illetve az űreszközök közötti kapcsolattartást segítik elő. Képességeik az emberes űrrepülésben és a Hold-program során kiemelten fontosak.

A 2024-ben induló *Sijan* program keretein belül számos kísérleti műholdat küldenek a világűrbe. A műholdak segítségével tesztelt technológiák titkosnak minősülnek, így nem lehet pontosan tudni, milyen fejlesztések zajlanak. Bizonyos megfigyelések alapján e technológiáknak ASAT-vonatkozásai is vannak, mivel a sorozat egyes egységei (pl. a *Sijan-7*) az amerikaiak által nyilvánosságra hozott adatok alapján orbitális kötelékrepülési manővereket hajtottak végre.

A *Sicsien* elnevezésű műholdak hasonló manővereket végezhetnek, de a feltevések szerint az eredetileg a *Sijan* típusú műholdakon tesztelt technológiák alkalmazásának begyakorlását, a műveleti tapasztalatok megszerzését szolgálják. Például a 2016-ban pályára állított kínai *SJ-17*-es műhold több új elképzelést és fejlesztést hivatott kipróbálni, köztük új hajtómű-konstrukciókat is. Egyes megfigyelések szerint a műhold többször pályát módosított,

<sup>86</sup> Pej-tu, Běidǒu 北斗.

<sup>87</sup> Office of the Secretary of Defense: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2021, <https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF>.



és több ízben meglehetősen közel manőverezett más kínai műholdakhoz.<sup>88</sup> Ezt a két sorozat elnevezése is megerősíteni látszik, mivel a *sijan* kifejezés kísérletet, tesztelést, próbát, megerősítést jelent, a *sicsien* pedig gyakorlást és végrehajtást.<sup>89</sup>

A *Jaokan* sorozatba tartozó műholdak a Kínai Népköztársaság katonai felderítő műholdjai és az SSF közvetlen irányítása alá tartoznak. A 2006 óta működő program többfajta, érzékelővel ellátott eszközt foglal magába. A feltételezések szerint vannak köztük optikai, szintetikus apertúrájú radarral (SAR) felszerelt, illetve elektronikus hírszerző műholdak is.

Fontos említést tenni a CAST által megépített kvantumkommunikációs műholdról is. Angol elnevezése után általában QUESS-ként említik, habár eredeti kínai nevét Mo Tiről, a híres ókori kínai filozófusról kapta. Sikeres indítására 2016. augusztus 16-án került sor, s azóta alacsony Föld körüli pályán (LEO) kering, így képes közvetítőként működni földi állomások között.<sup>90</sup> A program megvalósításához következetes, majdnem két évtizednyi fejlesztés volt szükséges. A sikeres kísérletek után többen bírálták a vízió és akarat nélküli nyugati politikát is, amely nem képes hasonló vállalkozás megvalósítására. Habár a program elméletben tudományos célokat szolgált, a kvantumkommunikáció továbbfejlesztése olyan titkosítás birtokába juttathatja a kínai haderőt, ami jelen ismereteink szerint nem feltörhető, így védelmi vonatkozásai is jelentősek.

## Műholdelhárító fegyverek

A kínai műholdelhárító (ASAT) képességek magasan fejlettek. A legismertebb példa a már említett 2007-es kinetikus teszt, ami nagy feltűnést keltett és jelentős nagyságú törmelékfelhőt generált. Ez a teszt jelezte a világnak, de főleg az Egyesült Államoknak, hogy Kína immár képes hatékonyan csapást mérni más országok űrképességeire. A Secure World Foundation 2023-as elemzése szerint Peking ASAT-arszenáljában jelentős számban vannak jelen az alacsony Föld körüli pályákat elérő, közvetlenül célra repülő (DA) fegyverek, az elektronikus hadviseléshez tartozó eszközök és a világűr-helyzetismereti (SSA) képességek. A legelső kategória tekintetében az ország előnyt élvez az Egyesült Államokkal szemben, amely rendelkezik ugyan ilyen téren is képességekkel, de nem ilyen szintűekkel. (Megjegyzendő, hogy az említett

<sup>88</sup> Colin Clark: China Satellite SJ-17, Friendly Wanderer? <https://breakingdefense.com/2018/04/china-satellite-sj-17-friendly-wanderer/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 10.)

<sup>89</sup> Kristin Burke: Initial Analysis of Two Chinese Satellite Series: Shi Jian and Shi Yan, <https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/CASI/documents/Research/CASI%20Articles/2022-03-28%20China's%20Shi%20Jian%20and%20Shi%20Yan%20Satellite%20Series.pdf?ver=QNr9cH11a-XNFR1Nysc4zXw%3D%3D> (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)

<sup>90</sup> China launches first-ever quantum communication satellite, [http://www.xinhuanet.com/english/2016-08/16/c\\_135601026.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2016-08/16/c_135601026.htm) (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)

tesztek nemcsak 2007-ben zajlottak, hanem 2013, 2015, 2017, 2018, 2021, és 2022 esetében is tudunk kísérletekről.)<sup>91</sup>

Az évek során a tesztek típusa átalakult. A kinetikus elven működő eszközök jelentős törmelékfelhőt generálnak, ami a magasságtól függően hosszú ideig orbitális pályákon kering tovább, nagyban növelve az esetleges balesetek számát, emellett jelentős diplomáciai következményekkel is járhat. Kína tanult az esetből így a tesztjeit gondosabban végezte el, és az utóbbi években már lézerek, elektromágneses eszközök, zavaróberendezések, illetve orbitális kötélekrepülésre alkalmas ASAT-eszközök fejlesztésére törekszik. Ezek a tesztek nemcsak alacsony Föld körüli, hanem geoszinkron pályákon is zajlottak. A robotkarokkal, illetve hálóval ellátott eszközök megközelítették a célpontokat vagy tesztelték a berendezéseiket.<sup>92</sup>

## Egyéb eszközök

Ugyancsak jelentősek az *Isteni Sárkány (Senlung)*<sup>93</sup> tesztjei is. Az űrjárműnek nincs legénysége, és orbitális viselkedését tekintve az amerikai *X37-B* robot-űrrepülőgépre hasonlít. 2023. december végéig három küldetést hajtott végre. Az első során, mely 2020 szeptemberében indult, feltehetőleg a napenergia mikrohullámokká alakítását, majd földfelszínre sugárzását tesztelte. Az ilyen tesztek jelentős lépések a remények szerint a jövőben létesítendő űrbázisú napelemlételek telepítéséhez vezető úton. A 2022 augusztusában indult második küldetésen egy kisebb tárgyat állított pályára, ennek pontos szerepét a nyugati elemzők csak találgatni tudták. A harmadik küldetés 2023 decemberében kezdődött, ezúttal több kisebb tárgyat jutattott el a számukra kiszemelt pályára. Érdekesség, hogy a *X37-B* pár nappal ez után a feladat után indult volna a hetedik küldetésére, ami az Űrerő egyik tábornoka szerint nem véletlen. Kijelentése alapján elképzelhető, hogy a két eszköz esetleg részt vehet egymás megfigyelésében.<sup>94</sup>

A kínai hiperszonikus rakéták fejlesztésének üteme és sikerei a világűrre is érintik. Önmagukban ezek az eszközök nem feltétlenül jelentik a stratégiai egyensúly felbomlását, azonban a hidegháború idejében megjelent „részleges orbitális bombázás” rendszerrel (FOBS) kombinálva az ilyen fegyverek már komoly veszélyt jelenthetnek. A rendszer képes lenne viszonylag alacsony orbitális pályára állítani egy robbanótöltetet, de nem lenne meg egy teljes kört a bolygó körül, hanem hamarabb visszatérve a légkörbe, csapásmérésre

<sup>91</sup> Global Counterspace Capabilities 2023. (szerk. Brian Weeden, Victoria Samson), [https://swfound.org/media/207567/swf\\_global\\_counterspace\\_capabilities\\_2023\\_v2.pdf](https://swfound.org/media/207567/swf_global_counterspace_capabilities_2023_v2.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 12. 10.)

<sup>92</sup> Uo.

<sup>93</sup> Shénlóng 神龙.

<sup>94</sup> China Space Plane Deployed Mystery Objects, <https://www.space.com/china-space-plane-deployed-mystery-objects> (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)



lenne alkalmas. E rakéták nem ballisztikus pályán haladnak, így nehezebb a bemérésük és megsemmisítésük; nincs tulajdonképpeni hatótávuk, akár hosszabb ideig is a világűrben maradhatnak és váratlan irányból támadhatnak a célpontot.<sup>95</sup> Mindez kombinálva egy hiperszonikus sebességgel már aggodalomra adhat okot. Ezeknek a fegyverrendszereknek a jövője és pontos felhasználási módjuk még kérdéses, de képességeik alkalmazása bizonytalanabbá teszi a világűr és a légtér közötti határt, és még inkább kiemeli az űrképességek fontosságát.

## A jövő tervei

A kínai terveket illetően sokkal kevésbé lehet belelátni a szakmai körökön és a kormányzaton belüli elképzelések és viták világába. Mint már említettük, a kínai kormányzat viszonylagos állandósága elősegíti az akár több évtizedig tartó projektek megvalósítását is. A tervek nyilvánossága hozott részletei alapján Kína sokkal inkább gondolkodik a ciszlunáris térség (vagyis a Föld és a Hold közötti, illetve azt szorosan körülvevő térség) kiaknázásában, mint az Egyesült Államok, és azon belül is nagyobb fontosságot tulajdonít a lehetséges gazdasági és ipari haszonnak.<sup>96</sup> Emiatt különösen fontosak a világűrbe telepített napelembányászó létesítései irányuló kísérletek. A koncepció szerint megépítésük esetén az összegyűjtött energiát mikrohullámokká alakítva sugározzák a földfelszínre, ezáltal segítve Kína növekvő energiaéhségének kielégítését.

Az egyre intenzívebb és több területre kiterjedő űrtevékenység egyik nagy érdeklődésre számot tartó területe a Hold és annak hasznosítása, később pedig esetlegesen a Marsé. Az egyes űrhatalmak jövőre vonatkozó terveiben kiemelt szerepet kap ez a célcsoport, és figyelik esetleges riválisaikat, milyen lépéseket tesznek ebbe az irányba. A kínai Hold-felfedező program<sup>97</sup> egyik kulcseleme a 2021-ben meghirdetett *Nemzetközi Holdkutató Állomáshoz (ILRS)*<sup>98</sup> kötődő együttműködés. A cél egy többfunkciós állandó bázis létesítése égi kísérőnk felszínén és 2035-ig űrhajóst juttatni a felszínre. A fő partner Oroszország, de a fejezet írásának idején további hat ország csatlakozott,

<sup>95</sup> Ritwik Gupte: Orbital hypersonic delivery systems threaten strategic stability, <https://thebulletin.org/2023/06/orbital-hypersonic-delivery-systems-threaten-strategic-stability/> (A letöltés ideje: 2023. 10. 22.)

<sup>96</sup> Peter Garretson: The Nine Distinction. In: *Outer Space; Earthly Escalation? Chinese Perspectives on Space Operations and Escalation.* (szerk. Nicolas Wright) 31-37., [https://nsiteam.com/social/wp-content/uploads/2018/08/SMA-White-Paper\\_Chinese-Persepectives-on-Space\\_-Aug-2018.pdf](https://nsiteam.com/social/wp-content/uploads/2018/08/SMA-White-Paper_Chinese-Persepectives-on-Space_-Aug-2018.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 10. 20.)

<sup>97</sup> Zhōngguó Tànyuè 中国探月.

<sup>98</sup> International Lunar Research Station - ILRS; Guójí Yuèqíú Kéyánzhàn 国际月球科研站.



így a résztvevők száma nyolcra emelkedett.<sup>99</sup> Az eddigi sikeres *Csang'ó* küldetések pozitív kilátásokra adnak okot a tervet illetően.

Kína, akárcsak az Egyesült Államok, szintén kísérletezik új energiaforrások és hajtóművek kifejlesztésével. 2022-es hírek szerint Kínában sikeres előrelépés történt a megawatt feletti teljesítményre képes folyékonyfém-hűtésű nukleáris reaktor megépítése felé. Az eszközről nem derültek ki részletek, de a kutatások célja a hosszan működő, nagy teljesítményű, ám ugyanakkor kis tömegű reaktor megalkotása, ami elengedhetetlen lesz majd Kína mélyűrt érintő tervei számára.<sup>100</sup>

## Összefoglalás

A kínai világűrtevékenység szerteágazó és magas szintű programjai joggal emelik az országot a főbb űrhatalmak közé. Teljesítménye bizonyos tekintetben megközelíti az Egyesült Államokét, sőt olyan előremutató lépéseket tett, amelyeket más űrhatalmaknak még el kell érniük. A fejlődés mértéke az elmúlt években meglehetősen gyors volt, és jelenleg több olyan fejlesztés zajlik, ami tovább erősíti majd Kína űrképességeit és ezen keresztül katonai erejét is, emellett a Kínai Kommunista Párt legitimitációjának és a kínai nemzeti öntudatnak az erősítéséhez is hozzájárul. A már meglévő űrinfrastruktúra további bővítése várható, többek között a Starlinkhez hasonló műhold-konstelláció kiépítése, további *Sijen*, *Sicsien* és *Jaokan* műholdak pályára állítása, de nem maradnak majd el a *Senlung* űrrepülőgép és a rakéták további fejlesztései sem. Összességében elmondhatjuk, hogy Kína várhatóan a 21. század legjelentősebb űrhatalmainak egyike marad, és viszonya az Egyesült Államokkal nagymértékben befolyásolja majd a jövő űrkörnyezetét.

<sup>99</sup> Kína, Oroszország, Venezuela, Dél-Afrika, Azerbajdzsán, Pakisztán, Fehéroroszország, Egyiptom. (2024. 08. 15.)

<sup>100</sup> Ní Sijie 倪思洁: Wóguó shǒu gè kōngjiān duī guójiā zhòngdiǎn yánfā jìhuà xiàngmù tōngguò yànshōu. 我国首个空间堆国家重点研发计划项目通过验收 [Kína első űrreaktora átment az értékelésen], <https://web.archive.org/web/20220826151331/https://news.sciencenet.cn/html-news/2022/8/485102.shtml> (A letöltés ideje: 2023. 08. 19.)

# Az indiai űrtevékenység

*Szivák Júlia*<sup>1</sup>

Az indiai űrügynökség, az Indiai Űrkutatási Szervezet (ISRO) ma a világ hatodik legnagyobb űrügynöksége. A statisztikák szempontjából sem elhanyagolható a tevékenysége: 2023 januárjáig 121 küldetést hajtott végre, 87 szatellitot juttatott fel, továbbá 13 egyetemi fejlesztésű műholdat, valamint 342 olyan műholdat, amelyeket külföldi megbízásból állított pályára.<sup>2</sup> Ezek az eredmények különösen jelentősek annak fényében, hogy az indiai űrprogramnak az elmúlt hatvan év alatt nagy hátrányt kellett ledolgoznia, hiszen az utóbbi évtizedek során komoly dilemmát okozott az a kérdés, hogy az ország gazdasági elmaradottsága mellett lehetséges-e az űrprogram fejlesztéséhez szükséges tőke befektetése.

Az indiai űrprogram ehhez képest előnyt kovácsolt az anyagi hátrányból: a világ legolcsóbb űrprogramját fejlesztették ki, számos innovatív, alacsony költségű megoldással, amelyek jelentősen hozzájárultak az ország gazdasági és társadalmi fejlődéséhez is. India évente 1,8 milliárd dollárt fektet be az űrkapacitásai fejlesztésébe, azonban az olcsó munkaerő és az alacsony gyártási költségek is nagy könnyebbséget jelentenek. Mindezek eredményeként az indiai űrprogram kivételes olcsóságának évtizedekig nem volt vetélytársa. Ez a SpaceX és a Blue Origin űrvállalatok színre lépésével ugyan megváltozott, de a gazdaságosság továbbra is fontos szempont.

Napjainkra a békés, társadalmi célú projektek mellett megjelentek és egyre fontosabb szerepet kapnak a védelmi, katonai jellegű beruházások. India ugyanis egyre inkább törekszik arra, hogy fenntartsa régiós hegemón szerepét, illetve arra, hogy a világpolitika nagyhatalmi szereplőjeként és Kína dél-ázsiai ellensúlyaként ismerjék el.

## Történeti áttekintés

Az indiai űrtevékenység kezdetei az 1940-es évekre nyúlnak vissza és a két legnagyobb indiai atomtudós, Vikram Szárábhái és Hómi Bhábhá nevéhez kapcsolódnak, akiket elsősorban az indiai atomprogram megteremtőiként ismerünk. Az atomprogramtól 1962-ben vált külön az űrkutatás, amikor

<sup>1</sup> *Szivák Júlia* egyetemi tanársegéd, PPKE Nemzetközi és Politikatudományi Intézet. E-mail: szivak.julia@btk.ppke.hu.

<sup>2</sup> ISRO. Missions accomplished, <https://www.isro.gov.in/Mission.html> (A letöltés ideje 2023. 02. 04.)

Dzsavaharlál Néhrú miniszterelnök megalapította az INCOSPAR-t<sup>3</sup>, amely kezdetben az Atomügyi Minisztérium alá tartozott. Ugyanebben az évben megépült a Thumba Egyenlítői Rakétaállomás (TERLS)<sup>4</sup> is, és megkezdődött a saját rakéták fejlesztése. 1963-ban innen indították az amerikai *Nike Apache* típusú kétfokozatú, szilárd hajtóanyagú rakétát, amelyet a kortárs feljegyzések szerint ökröskocsin szállítottak a start helyszínére.<sup>5</sup>

Ez különösen annak fényében számít nagy eredménynek, hogy az 1960-as években az indiai kormány viszonylag kevés forrást tudott kutatás és fejlesztés céljára mozgósítani, hiszen a függetlenséget követő első évtizedek gazdasági fókuszja az önellátás kialakításán és a gazdasági, társadalmi fölzárkózáson volt. Az űrképességek fejlesztésének meghatározásában is ezek a célok domináltak: ennek megfelelően a fő csapásirányt a telekommunikáció fejlesztése, az űr- és bolygó kutatás, a meteorológia és a navigáció fejlesztése, illetve egyéb békés célkitűzések jelentették. A fő irányvonal pedig az alacsony költségvetésű projektek megvalósítása volt, melyek során az indiai mérnökök kellő tapasztalatra tehettek szert, amit a későbbiekben nagyobb volumenű projektekben is tudnak kamatoztatni.<sup>6</sup>

Az indiai űrügynökség mai nevét, az Indiai Űrkutatási Szervezet<sup>7</sup> (ISRO) elnevezést 1969-ben nyerte el. Az 1972-ben alapított Űrügyi Minisztérium alá tagozódott be, amely azóta is közvetlenül a miniszterelnöknek felel. Ez a központosítás az indiai stratégiai gondolkodás átalakulását és az űrprogram politikai felértékelődését is jelzi. Az ISRO jelenleg kb. 5000 főt foglalkoztat India legnagyobb űrkutatóközpontjaként. Az ország első rakétaindító-állomása a dél-indiai Thiruvananthapuram közelében, Thumba városában épült fel, az Arab-tenger partján. Kialakításában fontos szerepet játszott az Egyenlítőhöz való közelsége és ennek megfelelő mágneses tere, leggyakrabban rakétaszondák indításához használják.<sup>8</sup> A másik jelentős helyszín az Ándhra Pradés tagállambeli Sríharakota körzetében található Szatis Dhavan Űrközpont, amely nemcsak indítóállomásként, de kutatóközpontként is funkcionál.

Az alacsony magasságokat megcélzó, szilárd hajtóanyagú hordozók fejlesztését 1975-ben Rohini Sounding Rocket (RSR) program néven egyesítették. 1979-ben történt egy sikertelen próbálkozás a Föld körüli pálya elérésére, ami végül először 1980-ban sikerült. A négyfokozatú, szilárd hajtóanyagú

<sup>3</sup> Indian National Committee for Space Research - INCOSPAR.

<sup>4</sup> Thumba Equatorial Rocket Launching Station - TERLS.

<sup>5</sup> Frontline. 1963: First rocket launch from Thumba, <https://frontline.thehindu.com/science-and-technology/india-at-75-epochal-moments-1963-first-rocket-launch-from-thumba/article65735513.ece> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>6</sup> Ashley J. Tellis: India's ASAT Test: An Incomplete Success. Carnegie Foundation, 2019. április 15., <https://carnegieendowment.org/2019/04/15/india-s-asat-test-incomplete-success-pub-78884>. (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>7</sup> Indian Space Research Organization - ISRO.

<sup>8</sup> Namrata GOSWAMI: Indian Space Program and its Drivers: Possible Implications for the Global Space Market. *Notes de l'Ifri*, Ifri, 2022.



SLV-3 rakéta rakomány a saját fejlesztésű *Róhini-1* műhold volt, amely fő feladatául a Föld megfigyelését kapta. A későbbiekben az SLV következő generációs változatát, az ASLV-rakétát még kétszer sikerült sikeresen indítani.<sup>9</sup>

Az indiai űrprogram második nagy fázisa az 1980-as évek második felére tehető, amikor kifejlesztették a PSLV<sup>10</sup> négyfokozatú hordozórakétákat, amelyek szilárd és folyékony üzemanyagot is használnak. Az 1993 óta működő technológia 1750 kg-os hasznos terhet tud feljuttatni napszinkron pályára, illetve 1425 kg-ot geoszinkron pályára. A PSLV juttatta az űrbe az első Hold- és Mars-misszió űreszközait is (az előbbi a *Csandraján-1* 2008-ban, míg az utóbbi a *Mangalján* 2013-ban); ezenkívül gyakran előfordul, hogy külföldi, például olasz vagy izraeli műholdakat állítanak vele pályára.<sup>11</sup>

A PSLV hordozórakéták kifejlesztésének fő célja az IRS<sup>12</sup>-program keretében távérzékelő műholdak felküldése volt. Az IRS-műholdak a világ egyik legnagyobb műholdas távérzékelő rendszerét alkotják, amely számos területen segíti India fejlődési céljainak elérését. Az IRS-program az 1979-es *Bhaskara-I* és az 1981-es *Bhaskara-II* műholdakkal vette kezdetét. Ezek a saját gyártású műholdak alacsony Föld körüli pályán (LEO)<sup>13</sup> keringve erdészeti, hidrológiai és geológiai adatokat gyűjtöttek.<sup>14</sup> A *Bhaskara-I* és a *Bhaskara-II* indításához még szovjet technológiát és indítóállomást kellett igénybe venni. A PSLV kifejlesztése után azonban lehetővé vált a teljesen saját hatáskörben történő fejlesztés és pályára állítás.<sup>15</sup> Az ezután következő műholdak által gyűjtött adatok kezelésére az Űrügyi Minisztérium létrehozta a Nemzeti Természeti Erőforráskezelési Rendszert,<sup>16</sup> amely az IRS keretében begyűjtött adatokat elemzi és hasznosítja.<sup>17</sup> Az IRS napjainkra a világ legnagyobb civil felhasználású távérzékelési rendszerévé vált, amely akár az európai és amerikai technológiával is képes versenyezni.<sup>18</sup>

<sup>9</sup> Bonczók Zoltán: Űrtörténelem – Űrhivatalok 2. rész – India. Spacejunkie, 2019. november 23., <https://spacejunkie.hu/hir/urtortenelem-urhivatalok-2-resz-india>.

<sup>10</sup> Polar Satellite Launch Vehicle – PSLV.

<sup>11</sup> Mian Zahid Hussain – Raja Qaiser Ahmed: Space Programs of India and Pakistan: Military and Strategic Installations in Outer Space and Precarious Regional Strategic Stability, *Space Policy* 47/2019, 63–75. 65.

<sup>12</sup> Indian Remote Sensing – IRS

<sup>13</sup> Low Earth Orbit – LEO.

<sup>14</sup> ISRO: Bhaskara-I: [https://www.isro.gov.in/Bhaskara\\_I.html?timeline=timeline](https://www.isro.gov.in/Bhaskara_I.html?timeline=timeline), ISRO: Bhaskara-II, [https://www.isro.gov.in/Bhaskara\\_II.html](https://www.isro.gov.in/Bhaskara_II.html). (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>15</sup> ISRO: Indian Remote Sensing Missions & Payloads – A Glance. 2018. 19.

<sup>16</sup> National Natural Resources Management System.

<sup>17</sup> i. m. 34.

<sup>18</sup> Frontline 2022.



Indiai műholdhordozó rakéta indítása az ESA ARTES program keretében (2018) (© ESA)

Az 1980-as évek más szempontból is nagy jelentőségűek voltak, hiszen az első és napjainkig egyetlen indiai űrhajós 1984-ben, szovjet segítséggel jutott fel az űrbe, ahol több mint egy hetet töltött a *Szaljut-7* űrállomáson. Rákés Sarmá különböző megfigyeléseket és kísérleteket végzett ez idő alatt: India geológiáját tanulmányozta, illetve különböző joga-ászanák élettani hatásait dokumentálta a súlytalanság állapotában.<sup>19</sup>

A következő mérföldkő a geoszinkron hordozórakéta<sup>20</sup> (*GSLV*) kifejlesztése volt, amely azóta a geostacionárius kommunikációs mesterséges holdak (*GSAT*) és az Indiai Nemzeti Szatellit Rendszer<sup>21</sup> (*INSAT*) felbocsátásáról is gondoskodott. A legutóbbi fejlesztések eredményeképp akár tíztonnányi hasznos terhet is tud alacsony Föld körüli pályára juttatni.<sup>22</sup>

Az *INSAT* jelenleg tizenegy kommunikációs műhoddal rendelkezik a geostacionárius pályán, amelyek kulcsszerepet játszanak az erdőgazdálkodás, a tengeri halászat és a mezőgazdaság területén; továbbá fontos szerepet kapnak a meteorológiai előrejelzésekben és a természeti katasztrófákról való informálódásban is. Indiában továbbra is kiemelkedő szerepet játszik a mezőgazdaság, a lakosság 58%-a földművelésből él, ezért kulcsfontosságú a monszunok, aszályok, áradások és egyéb természeti jelenségek

<sup>19</sup> India Online: Rakesh Sharma, <https://www.indiaonline.in/about/personalities/scientists/rakesh-sharma>. (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>20</sup> Geosynchronous Satellite Launch Vehicle – GSLV.

<sup>21</sup> Indian National Satellite System – INSAT.

<sup>22</sup> Hussain – Ahmed: i. m. 65.



bekövetkezésének előzetes felismerése. Fontos szerepet töltenek be a műholdak abban is, hogy India távoli vidékei is részesülhessenek az internet, a mobiltelefon és műholdas televízió kommunikációs előnyeiből, illetve elősegítik az online orvosi konzultáció lehetőségének megteremtését is.<sup>23</sup> Az *INSAT* a kommunikációt is forradalmasította a műholdas műsorszórás megjelenése, valamint a modern telekommunikációs technológiák meghonosítása révén.<sup>24</sup>

A szintén *GSLV*-technológiával feljuttatott *Edusat* műhold 2004 és 2010 között volt jelen a világűrben az első kizárólag oktatási célokat szolgáló indiai műholdként. Jelentős előrelépést jelentett a műholdas távoktatásban, ami azért különösen fontos, mert Indiában hatalmas földrajzi távolságok választanak el egymástól lakott területeket, és bizonyos nehezen megközelíthető helyeken komoly problémát jelent az oktatási tevékenység megszervezése.<sup>25</sup>

Indiának régóta célja a Holddal kapcsolatos program kifejlesztése, amelyet a szanszkrit „csandra” (Hold) és „-jána” (közlekedési eszköz) szavak kombinációjával Csandraján-programnak neveztek el. Egyelőre két iterációja valósult meg, a harmadik pedig a tervezési fázisban van. A 2008-as, amerikai támogatással létrejött *Csandraján-1* misszió során feljuttatott holdszonda sikeresen Hold körüli pályára állt, a kis tesztegység, amely a későbbi landolásokat készítette volna elő, kemény landolást hajtott végre az égitest felszínén. A misszió azonban túl korán véget ért, ugyanis 2009-ben, a tervezettnél egy évvel előbb megszakadt a kommunikáció a Hold körül keringő egységgel. Erdemei viszont elévülhetetlenek, mivel a NASA-szoftvernek, amelyet a *Csandraján-1* a fedélzetén hordozott, ekkor sikerült megerősíteni, hogy a Hold déli pólusának közelében vannak víz létezésére utaló bizonyítékok.<sup>26</sup>

A *Csandraján-2* misszió már indulása előtt nehézségekbe ütközött, ugyanis a kijelölt időpontban technikai probléma miatt megghiúsult a hordozórakéta startja. A következő próbálkozás alkalmával pedig sikerült ugyan az űreszköznek Hold körüli pályára állnia, ám a leszállóegység a tervezett puha landolást nem tudta végrehajtani a Hold déli sarkköre közelében, hanem nagy sebességgel a holdfelszínbe csapódott. A misszió fő feladata a jégvíz vizsgálataival a víz eloszlásának feltérképezése lett volna. Ezt nem tudta teljesíteni, azonban India – Kína és Izrael után – a harmadik ország volt 2019-ben, amely

<sup>23</sup> Goswami: i. m.

<sup>24</sup> Radifah Kabir: *INSAT-1A Launch Anniversary: 10 Things To Know About The Indian Communications Satellite*. ABP Live. 2022. április 10., <https://news.abplive.com/science/insat-1a-launch-anniversary-10-things-to-know-about-the-indian-communications-satellite-1524980> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>25</sup> ISRO: *EDUSAT*. 2004. szeptember 20., <https://www.isro.gov.in/EDUSAT.html> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>26</sup> Dave Dooling: *Chandrayaan*. Indian lunar space probe series. Encyclopedia Britannica. Utoljára frissítve: 2019. szeptember 12., <https://www.britannica.com/technology/Chandrayaan>. (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

holdraszállást kísérelt meg.<sup>27</sup> Érdeemes megjegyezni, hogy az orbitális egység még évekkel később is aktív volt, és 2021-ben elkerülő manővert hajtott végre, nehogy összeütközzön a *Lunar Reconnaissance Orbiter* nevű amerikai holdszondával.

A *Csandraján-3* misszió a *Csandraján-2* sikertelen küldetését igyekszik sikerre vinni, fő céljai a Hold felszínén való sikeres, biztonságos és puha landolás, a holdjáró mozgatása, illetve tudományos kísérletek helyben való elvégzése.<sup>28</sup> A Japán és az Európai Űrügynökség támogatását élvező projektet hosszas tesztelési fázis előzte meg, ugyanis biztosra akarnak menni, hogy a landolás sikeresen fog zajlani.<sup>29</sup> A *Csandraján-3* misszió 2023. július 14-én startolt, sikeresen Hold körüli pályára állt, és az űrjármű a terveknek megfelelően augusztus 23-án le is szállt a Hold felszínére.<sup>30</sup>

A Mars-misszió<sup>31</sup> (MOM) első iterációja, a *Mangalján-1* 2013-ban indult és 2014-ben állt pályára a Mars körül. Ezzel India vált az első olyan nemzetté, amelynek első próbálkozásra sikerült végrehajtania ezt. 73 millió dolláros költségvetésével – amely tizede az amerikai Mars-misszióénak – a *Mangalján-1* a világ legolcsóbb Mars-szondája.<sup>32</sup> A szonda fő feladata, hogy a Mars légkörét és felszínét kutassa – különös tekintettel a metán detektálására –, emellett egy infravörös spektrométer a Mars talaját is vizsgálja. Mindennek magyar vonatkozása is van, ugyanis a budapesti székhelyű BHE Bonn Hungary Elektronikai Kft. szállította azokat a vevőegységeket, amelyek az űrszonda pályakövetésének ellenőrzéséhez szükséges jeleket érzékelték.<sup>33</sup>

Az indiai hordozórakéta-program sikerét mutatja, hogy az elmúlt több mint fél évszázad alatt az ország különböző méretű saját hordozórakétái 75-ször indultak a világűrbe. Összesen 109 indiai műholdat indítottak, amelyekből 52 jelenleg is működik. Emellett az indiai hordozórakéták 33 ország 319 műholdját állították pályára.<sup>34</sup>

<sup>27</sup> Tamási Dávid: India is megkísérelte a Holdraszállást. SpaceJunkie. 2019. szeptember 7., <https://spacejunkie.hu/hir/india-is-megkiserelte-a-holdraszallast>. (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>28</sup> ISRO: Chandrayaan-3. Dátum nélkül, [https://www.isro.gov.in/Chandrayaan3\\_New.html](https://www.isro.gov.in/Chandrayaan3_New.html). (A letöltés ideje: 2023. 07. 18.)

<sup>29</sup> The Times of India: Gaganyaan mission can't happen this year or next year, focus fully on safety aspects: Isro chief, 2022. június 30., [https://timesofindia.indiatimes.com/india/gaganyaan-mission-cant-happen-this-year-or-next-year-focus-fully-on-safety-aspects-isro-chief/article-show/92579979.cms?utm\\_source=twitter.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=TOIDesktop](https://timesofindia.indiatimes.com/india/gaganyaan-mission-cant-happen-this-year-or-next-year-focus-fully-on-safety-aspects-isro-chief/article-show/92579979.cms?utm_source=twitter.com&utm_medium=social&utm_campaign=TOIDesktop) (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>30</sup> BBC: Chandrayaan-3: India's historic Moon mission lifts off successfully. 2023. július 14., <https://www.bbc.com/news/world-asia-india-66185565> (A letöltés ideje: 2023. 07. 18.)

<sup>31</sup> Mars Orbiter Mission – MOM.

<sup>32</sup> Frey Sándor: Indiából a Marshoz. Űrvilág, 2013. november 5., [https://www.urvilag.hu/india\\_a\\_vilagurben/20131105\\_indiabol\\_a\\_marshoz](https://www.urvilag.hu/india_a_vilagurben/20131105_indiabol_a_marshoz) (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>33</sup> Magyarok az indiai Mars-programban. Űrvilág, 2013. november 5., [http://www.urvilag.hu/hazai\\_kutatohelyek\\_es\\_uripar/20131105\\_magyarok\\_az\\_indiai\\_marsprogramban](http://www.urvilag.hu/hazai_kutatohelyek_es_uripar/20131105_magyarok_az_indiai_marsprogramban) (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>34</sup> ISRO (2023): i. m.



## India űrprogramja nemzetközi kontextusban

Bár India fókuszában kezdetben a békés, tudományos célú űrtevékenység fejlesztése állt, bel- és külpolitikai prioritásainak változásával egy időben a stratégiai szerep is egyre jobban előtérbe kerül. Mindig is jelen volt a stratégiai gondolkodásban az indiai űrkapacitások duális használatának lehetősége. India számára a fő célt a meglévő kapacitásai védelme jelenti, azonban megfigyelhetjük az elrettentés és a nagyhatalmi ambíciók kifejezésére utaló fejlesztések gyarapodását is.

Az indiai űrprogram a kezdetektől fogva nagy szimbolikus jelentőséggel bírt, és India nagyhatalmi pozícióját igyekezett erősíteni mind a kül-, mind a belpolitika szempontjából. A függetlenséget követő évtizedekben a nemzetépítés eszköze volt, ám akkoriban elsősorban a természettudományok fontosságát hangsúlyozó kormányprogram keretein belül töltött be jelentős szerepet. Napjainkra azonban sokkal hangsúlyosabbá váltak a fejlesztési célok mellett a presztízsjelöltek is. A 2014 óta hatalmon lévő Naréndra Módí miniszterelnök számára pedig az űrprogram már kifejezetten presztízsjelöltek. Módí gyakran és szívesen hangsúlyozza India eredményeit, mint például azt, hogy az első ázsiai nemzetként sikerült elérnie a Marsot, vagy éppen India rekordját, amely a legtöbb egyszerre felküldött műholdra (104) vonatkozott (amelyet aztán a SpaceX döntött meg 143 műhold pályára állításával).<sup>35</sup>

Az űrprogram szorosan kapcsolódik a hindu nacionalizmus által projektált India-képhez is. Ez az irányzat azt hangsúlyozza, hogy India dicső múltját a jelenben kell replikálni azáltal, hogy lebontják az indiai kultúráról a gyarmati idők alatt ráragadt sallangokat és visszatérnek a „tisztá” és „ősi” hindu kultúrához, amelyet még nem szennyeztek be a keresztény és muszlim hódítók. Fontos eleme ennek az ideológiának egy sajátos, hindu modernitás megteremtése is, amely a lehető legjobban gyökerezik a hindu múltban és kultúrában. További lényeges összetevői az önellátás és az indiai technológiával, Indiában történő gyártás is (a Make in India programmal összhangban), ami ugyan nem mindig valósítható meg, de a retorika szintjén mindenképp megjelenik. Ez az ideológia felfedezhető Naréndra Módí különböző hangzatos programjaiban, így az űrprogram is sarokkövét képezi a felsorolt törekvéseknek.

Az űrprogramot is a hindu jelképrendszer dominálja, ami megjelenik abban is, hogy a különböző küldetések általában szanszkrit neveket kapnak és szimbolikus időpontokban indulnak el. Az első, saját hordozórakétával felküldött, indiai űrhajóban utazó indiai űrhajós útnak indításának tervezett időpontja szintén ebbe a trendbe illeszkedett volna, ugyanis 2021-ben, India függetlenségének 75. évfordulóján kellett volna történnie. A Covid-járvány, amely különösen súlyosan érintette Indiát, ezt a tervet is derékba törte, így

<sup>35</sup> Goswami: i. m. 9.



a szintén szanszkrit nevű *Gaganján* („Égi jármű”) misszió a tervek szerint 2025-ben fog csak elstartolni, és három indiai űrhajóst fog eljuttatni alacsony pályára állítva 2000 km vagy annál kisebb távolságra, várhatóan öttől hét napig terjedő időtartamra.<sup>36</sup> India ezzel a Szovjetunió, az Egyesült Államok és Kína után a negyedikként szeretne saját űrhajóval saját űrhajóst az űrbe küldeni, ami szintén nagyhatalmi státuszának megerősítését szolgálná, azonban a saját technológia használata a hindu modernitás sikerét is jelentené.<sup>37</sup>

Az űrprogram nacionalista felhangú megjelenése jellemző a populáris kultúrában is. 2019-ben nagy sikerű film készült az első Mars-misszióról *Mission Mangal* címmel (magyarul „Mars-küldetés”, rendezője: Jagan Shakti), amely hazafias ébredésként jellemezte az űrprogramban részt vevő mérnökök munkáját. A történet kezdetén több szereplő is a NASA-ban képzelte el jövőjét, azonban a cselekmény során rádöbbenek, hogy valójában a nemzetük fejlődését szolgálják, ha inkább az indiai űrprogramban maradnak, így a film még pedagógiai célokat is megfogalmazott.<sup>38</sup>

Az űrprogram jelentősége nemcsak a belpolitikában és a populáris kultúrában, hanem India nagyhatalmi projekciójában is felértékelődött, hiszen napjainkra felismerte, hogy a világűr is kulcsfontosságú szerepet tölt be a regionális hegemonia megerősítésében. India 1944 óta folytat nukleáris kutatásokat, és 1974-ben, a harmadik indo-pakisztáni háborút követően Mosolygó Buddha néven sikeres atomrobbantást is végrehajtott, amelyet 1998-ban megismételt. A nukleáris kapacitásfejlesztés a deklarált *no-first-use* (csak válaszcsepásként használható atomfegyverek) politika ellenére is zajlik, és az ország számára fontos része a regionális stabilitás megőrzésének. A hagyományosan feszült indiai és pakisztáni „rossz szomszédi” viszony mellett Kína is egyre hangsúlyosabb fenyegetést jelent India megítélése szerint. India és az űrprogram nemzetközi kontextusát az ország nemzetközi politikájának fényében kell értelmezni: főbb szövetségesei az Egyesült Államok és Oroszország (bár a kapcsolatok intenzitása változik), míg főbb kihívói Kína és Pakisztán.

India két katonai fókuszú űrügynökséget tart fenn: az egyik a Védelmi Űrügynökség,<sup>39</sup> a másik pedig a Védelmi Űrkutató Ügynökség,<sup>40</sup> amelyeknek az űrfegyverek készítése és technológiai fejlesztése a feladatuk. A hírszerzés,

<sup>36</sup> India Today: Major ISRO achievements of 2021 and upcoming plans, <https://www.indiatoday.in/education-today/gk-&-current-affairs/story/major-isro-achievements-of-2021-and-upcoming-plans-1894249-2021-12-30> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>37</sup> Both Előd: Indiai eredmények. Űrvilág. 2020, [http://www.urvilag.hu/india\\_a\\_vilagurben/20200321\\_indiai\\_eredmenyek](http://www.urvilag.hu/india_a_vilagurben/20200321_indiai_eredmenyek) (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>38</sup> Kritikák is bőven érik India űrprogram-ambícióit. Sokat nem változtak az 1960-as évek óta, fő negatívumként továbbra is azt emelik ki, hogy India gazdasági helyzete nem teszi lehetővé az ilyen presztízsberuházásokat, amikor elszegényedett lakosságának jó része továbbra is ellátási problémákkal küzd.

<sup>39</sup> Defence Space Agency.

<sup>40</sup> Defence Space Research Agency.



megfigyelés és felderítés<sup>41</sup> (ISR) terén is igyekszik tartani a lépést: saját navigációs rendszert fejlesztett ki az úralapú ISR-kapacitások segítségével, melyek közül a távérzékelő (*INSAT*), illetve a radaros képalkotó (felderítő)műhold (*RISAT*) a legjelentősebbek, valamint a teljes mértékben indiai technológiával kifejlesztett GAGAN szatellitápolapú helymeghatározó rendszer, amely az Indiai Regionális Navigációs Szatellitrendszer (*IRNSS*)<sup>42</sup> kialakításában fog segídeni.<sup>43</sup>

India katonai műholdakat is állított pályára, és a Védelmi Űrügynökség keretében koordinálja az űrben végzett katonai tevékenységet. E kapacitások fejlesztésének háttérében fontos szerepet játszik az, hogy a Pakisztánnal vívott 1998-as kargili háború során Indiát meglepetésként érte a pakisztáni támadás a hírszerzés hiányosságai miatt, illetve, hogy a kínai határ melletti vitatott hovatartozású területeket nagyon nehéz egyéb eszközökkel megfigyelés alatt tartani.<sup>44</sup>

Az elrettentés és kapacitásvédelem témakörébe illeszkedik a 2019-es műholdelhárító (*ASAT*)<sup>45</sup> teszt, amelynek során India saját műholdját semmisítette meg. A Sakti-misszió Indiát a világon a negyedik olyan országgá tette, amely képes volt műholdat saját fejlesztésű fegyverrel megsemmisíteni, de mindez feltételezhetően a 2007-es kínai sikeres *ASAT*-tesztre adott reakció volt, ugyanis India mindenképp demonstrálni akarta, hogy szükség esetén képes volna akár műholdat is megsemmisíteni. A kísérletben ugyan a saját műholdjukat lötték le, a NASA szerint azonban a teszt mégis megdöbbenően volt, ugyanis a *Nemzetközi Űrállomás* legénységét is veszélybe sodorták a törmelékkel amellet, hogy jelentősen hozzájárultak a világűrben fellelhető űrhulladék mennyiségének növeléséhez. Mindennek ellenére Naréन्द्रa Módi miniszterelnök történelmi jelentőségű áttörésként jelentette be a kísérletet.<sup>46</sup>

Valójában a teszt kevesebb űrszemetet juttatott az űrbe, mint a 2007-es kínai *ASAT*-teszt, mivel utóbbi olyan magasságban és mennyiségben produkált űrtörmeléket, ami az elkövetkezendő évtizedekben komoly problémát fog jelenteni. Ettől függetlenül a nemzetközi közösség aggodalmát fejezte ki vele kapcsolatban, ugyanis attól félnek, hogy a kísérlet bátorításként szolgálhat más országok számára is, és elfogadhatóbbá teszi az űrszemetet generáló teszteket.<sup>47</sup>

<sup>41</sup> Intelligence, surveillance, reconnaissance – ISR.

<sup>42</sup> Indian Regional Navigational Satellite System – IRNSS.

<sup>43</sup> Debalina Ghoshal: Long Way to Go. Force India.Net, 2019, <https://forceindia.net/aero-india-2019/long-way-go/> (A letöltés ideje 2023. 07. 18.)

<sup>44</sup> Goswami: i. m. 10., 15.

<sup>45</sup> Anti-satellite – ASAT.

<sup>46</sup> Michael Le Page: India tests anti-satellite missile by destroying one of its satellites. New Scientist, 2019. március 27., <https://www.newscientist.com/article/2197903-india-tests-anti-satellite-missile-by-destroying-one-of-its-satellites/> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>47</sup> Tellis: i. m.

A funkció fontosságát felismerve az elmúlt években a kormány igyekezett tágítani a védelmi kapacitások fejlesztőinek körét. 2022 novemberében Naréndra Módí bejelentette az Űrvédelmi Küldetés (DefSpace)<sup>48</sup> elnevezésű programot, amely a privát szektor bevonását célozza, és nem állami cégek és vállalkozások segítségével igyekszik továbbfejleszteni az űrkapacitásokat. A program során 75 felhívást tettek közzé, amelyekre innovatív megoldásokat várnak a privát szektorból. Rádzsnáth Szingh védelmi miniszter hangsúlyozta, hogy az űrkapacitások fejlesztése nemzetvédelmi szempontból fontos, ugyanis a tengereken és a hegyes határvidékeken zajló esetleges ellenséges tevékenységeket csak így tudják megfelelőképpen monitorozni.<sup>49</sup>

2023-ban India céljai közé a világűr-helyzetismereti<sup>50</sup> és űrforgalom-irányítási<sup>51</sup> kapacitások fejlesztése is bekerült. Ez túlmutat az űrszemét Földre hullásának megjósolásán, valójában sokkal inkább stratégiai kérdésről van szó. Azzal, hogy India képes volna információt szolgáltatni, felértékelődne a fontossága, és vizonzásképpen szert tehetne hasonló adatokra más országoktól is.<sup>52</sup>

Amennyiben ezeket a törekvéseket nemzetközi kontextusban akarjuk szemlélni, érdemes India nemzetközi kapcsolatait figyelembe venni. A Szovjetunió, majd később Oroszország és India viszonya India 1947-es függetlenedése óta – változó mértékben ugyan, de – közelinek mondható annak ellenére, hogy India az el nem kötelezettek mozgalmának vezető alakjaként definiálta magát. A hidegháború alatt a két ország közeledését elsősorban stratégiai ellenfelek, az USA, illetve indiai részről Kína és Pakisztán ellensúlyozása motiválta. 1971-ben barátsági és együttműködési szerződést is kötöttek, ami *de facto* szövetségkötésként is értelmezhető. A hidegháború végét követő rövidebb eltávolodást a 2000-es években váltotta fel az újabb közeledés. A kereskedelmi kapcsolatok napjainkban, az orosz-ukrán háború ellenére is bővülnek: 2023-ra Oroszország vált India legnagyobb nyersolaj-exportőrévé, és továbbra is jelentős a fegyverkereskedelem, illetve a nukleáris együttműködés a két ország között.<sup>53</sup>

Az együttműködés az űrprogramok fejlesztésében is megnyilvánult: az 1970-es években a Szovjetunió közreműködött az első indiai szatellit

<sup>48</sup> Mission Defense Space – DefSpace.

<sup>49</sup> Rajeswari Pillai Rajagopalan: India's Mission DefSpace. *The Diplomat*, 2022. október 21., <https://thediplomat.com/2022/10/indias-mission-defspace/> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>50</sup> Space Situational Awareness – SSA.

<sup>51</sup> Space Traffic Management – STM.

<sup>52</sup> *Economic Times*: Want to develop better space situational awareness, traffic management: ISRO, 2023. január 11., [https://economictimes.indiatimes.com/news/science/want-to-develop-better-space-situational-awareness-traffic-management-isro/articleshow/96918428.cms?utm\\_source=contentofinterest&utm\\_medium=text&utm\\_campaign=cppst](https://economictimes.indiatimes.com/news/science/want-to-develop-better-space-situational-awareness-traffic-management-isro/articleshow/96918428.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst) (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>53</sup> Shotaro Kumagai: India-Russia Economic Ties Are Strengthening Rapidly – Especially in Terms of Crude Oil Trade. *Pacific Business and Industries*, 23: 88 (2023). 1-24.



kifejlesztésében, 1984-ben pedig közös indiai és szovjet űrprogram indult, amelyben mindkét ország állampolgárai az űrbe jutottak, és ez az akkor regnáló Indira Gandhi számára belpolitikai győzelmet jelentett.<sup>54</sup>

A közelmúltban Oroszország és India űrprogramjának viszonylatában problémát okozott, hogy bár a tervek szerint a második indiai holdszondát, a *Csandraján-2*-t Oroszországgal együtt tervezték megépíteni, mivel az orosz űrügyi ügynökség a *Csandraján-2* leszállóegységéhez hasonló egységgel kudarcot vallott a Fobos Grunt misszió során, India úgy döntött, hogy nem vállalja ezt a technikai kockázatot, és egyedül halad tovább a fejlesztéssel.<sup>55</sup>

India és az Egyesült Államok kapcsolata történelmileg nem nevezhető felhőtlennek, azonban az elmúlt évtizedben jelentős – bár továbbra is óvatos – közeledés indult meg a két ország között, amelyben komoly szerepet játszik az indiai–kínai ellentét kiéleződése, illetve az Egyesült Államok egyre komolyabbá váló aggodalma Kína felemelkedése kapcsán. Bár India stratégiai függetlenségét továbbra sem teszi kockára szoros elköteleződésekkel, a 2000-es évek óta az indiai külpolitikai elemzők körében is egyre elfogadhatóbb az USA mint stratégiai partner szerepe, illetve az Egyesült Államok is egyre komolyabb gesztusokat tesz India felé. 2006-ban az USA békés célú nukleáris együttműködésről szóló megállapodást kötött Indiával, amely véget vetett India nukleáris elszigeteltségének anélkül, hogy az ország az Atomsorompó-szerződés részese lenne.<sup>56</sup> 2016-ban Barack Obama amerikai elnök Indiát mint fő védelmi partnert ismerte el. 2020-ban az 1960-as évek óta fennálló indiai–kínai határkonfliktus újra az előtérbe került, amikor a Galván-folyó völgyében fegyveres összecsapások törtek ki az ott állomásozó indiai és kínai katonák között. Az Egyesült Államok itt is igyekezett szolidáris partnernek bizonyulni, és India Kína elleni támadása után rekordgyorsasággal bocsátott rendelkezésére felszerelést.

Különösen Naréndra Módi és Donald Trump elnöksége idején erősödött fel a két ország közeledése, amelyet a közös Kína-ellenesség alapozott meg. Annak ellenére, hogy az orosz–ukrán háborúval kapcsolatban jelentős nézeteltérések vannak, feltehetően tovább fog erősödni a kapcsolatuk.<sup>57</sup>

2020-ban az Egyesült Államok Nemzetbiztonsági Stratégiája üdvözölte India globális nagyhatalommá válását, és kijelentette, hogy ismét szorosabbra kívánja fűzni a négyoldalú együttműködést az USA, Japán, Ausztrália és India között. A Négyoldalú Biztonsági Párbeszéd (Quadilateral Security Dialogue),

<sup>54</sup> Goswami: i. m. 8.

<sup>55</sup> Rekha Dixit: What caused delay in ISRO's Chandrayaan-2 launch? The Week, 2018. december 18., <https://www.theweek.in/news/sci-tech/2018/08/06/What-caused-delay-in-ISRO-Chandrayaan-2-launch.html> (A letöltés ideje 2023. 08. 18.)

<sup>56</sup> Háda Béla: Dél-Ázsia a poszthidegháborús korban. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022. 134.

<sup>57</sup> Tellis: i. m.

vagyis Quad keretében azóta számos téren kezdődött szorosabb együttműködés, és a négy ország 2021-ben űrügyi stratégiát is kidolgozott, amelynek India is aktív részese. A stratégia külön kiemeli az űr fenntartható használatára való törekvés fontosságát, amely egyrésztől proaktív, ugyanis az űrszemét felhalmozódása elsősorban a jövő problémája, ugyanakkor azonban azokra a kritikákra is reagál, amelyeket India gyűjtött be a 2019-es műholdelhárító Sakti-missziót követően. Továbbá valamilyen szinten helyettesíti azt is, hogy India nem írta alá az Artemis-egyezményeket, ugyanis a Quad-nyilatkozat is tartalmaz olyan kulcsfontosságú pontokat, amelyek az Artemis-egyezményekben szintén fellelhetők, mint például az űrörökség megőrzésének fontosságát és a világűr nemzeti kisajátításának tilalmát.<sup>58</sup>

India külön-külön is kooperál a Quad különböző tagjaival az űrügyi fejlesztések kapcsán. Amerikával kapcsolatos jelentős kétoldalú programja a NASA-ISRO Szintetikus Apertúrájú Radar műhold fejlesztése, amelyet 2024-ben terveznek pályára állítani. Japán űrügynöksége, a JAXA és az indiai ISRO a Csandraján-misszióban működnek együtt, amely a Hold déli pólusának felderítését célozza, azonban ez egyelőre meglehetősen kezdetleges fázisban van. A cél az, hogy 2025-re képesek legyenek holdjárót indítani, amellyel tovább folytathatják a Hold erőforrásainak feltérképezését és felszínének vizsgálatát.<sup>59</sup>

India a 21. század kezdetén egyre jobban fenyegetve érzi magát és regionális pozícióját Kína által. Kínát dél-ázsiai ambíciói, nem utolsósorban az „Övezet és Út” kezdeményezés a hagyományosan indiai érdekszférának számító Srí Lankán és Bangladesben, illetve az India ősellenségének számító Pakisztán területén juttatják egyre komolyabb befolyáshoz. India elsősorban önmagát tartja Dél-Ázsia hegemonjának, ezért egyre jobban aggódik Kína gazdasági túlsúlya és politikai befolyása miatt. A két ország fennálló határvitája, illetve a 2017 óta rendszeresen előforduló határvillongások tovább fokozzák az indiai vezetők aggodalmát, különösen, hogy Kína felderítési kapacitásai fontos szerepet játszanak a vitatott északkeleti határ menti pozíciójának megerősödésében. Nem meglepő tehát, hogy India és Kína politikai rivalizálása az űrben is tetten érhető. Különösen szükségessé teszi India számára a felzárkózást, hogy a határvitában érintett területek nehezen járhatóak, így érdemi információt róluk csak műholdak segítségével tud szerezni.<sup>60</sup>

India gyakorlati és szimbolikus lépésekkel is igyekszik ellensúlyozni Kínát. Egyre szorosabbra fűzi viszonyát az Egyesült Államokkal, illetve

<sup>58</sup> Konark Bhandari: India, the Quad, and the Future of Outer Space. Carnegie India, 2021. október 21., <https://carnegieindia.org/2021/10/21/india-quad-and-future-of-outer-space-pub-85610> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>59</sup> Pranav R. Satyanath: Could the Quad Help With India's Space Station Dreams? The Diplomat, 2022. november 18., <https://thediplomat.com/2022/11/could-the-quad-help-with-indias-space-station-dreams/> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>60</sup> Goswami: i. m. 11.



a délkelet-ázsiai országokkal, valamint az űrversenyben is igyekszik Kína mögé felzárkózni,<sup>61</sup> amelyben nagy szimbolikus előrelépést jelentene, ha Kínát megelőzve tudna sikeres Mars-missziót végrehajtani. A Kínával kapcsolatos rivalizálás másik aspektusát a saját űrállomás fejlesztése jelentheti. Kína 2022-re készült el saját űrállomásával, amely a *Nemzetközi Űrállomás*nál jelentősen kisebb, ám mégis ez az egyetlen nemzeti kézben lévő – és nem nemzetközi erőfeszítésekkel létrehozott – űrállomás. India hasonló terveket 2030-ra jelentett be; ezek megvalósulása nemcsak abból a szempontból volna nagy eredmény, hogy beérné Kínát ezen a téren, hanem mivel űrállomása teljes mértékben saját fejlesztés és gyártás révén jönne létre, az indiai kormány „Make in India” programjába is beleillene.<sup>62</sup>

Kína és India űrkapacitásai azonban továbbra is igen aszimmetrikusak, ahogy az űripari fejlesztésekre fordítható forrásaik is azok, ezért a versengés elsősorban India oldaláról igényel nagyobb erőfeszítéseket.<sup>63</sup>

## Az indiai űrprogram jövője

Az indiai űrprogrammal kapcsolatos politikai stratégiában az elmúlt években komoly változások történtek, melyek hosszú távon meghatározzák az indiai űrkapacitások jövőjét. Az egyik legfontosabb közülük az űrszféra liberalizációja és a privát szféra bevonása az űrüggyi fejlesztésekbe. 1992-ben jött létre az Antrix Corporation, az ISRO kereskedelmi szárnya, amely szintén az Űrüggyi Minisztérium alá tartozik. 2019-ben Naréन्द्रa Módi miniszterelnök az állam szerepét úgy határozta meg, mint a privát szektor segítőtjét az innovációban. Ennek megfelelően az Antrix külső megbízásokat is elvállal, és fő célja az indiai űrkapacitások kereskedelmi kihasználtságának növelése.<sup>64</sup>

2019-ben létrehozták a NewSpace India Limited (NSIL) kezdeményezést az Űrüggyi Minisztérium fennhatósága alatt, amely az Antrix mellett működve segíti az ipari szektor közreműködését az indiai űrprogramok fejlesztésében. Lehetővé teszi a technológiatranszfert, melynek során az NSIL az ISRO-tól származó újításokat közvetíti ki a privát szektorba, és ezenkívül igyekszik monetizálni az űralapú fejlesztéseket is. Annak érdekében, hogy az érdeklődő cégeknek egyszerűbb dolguk legyen és a hírhedt indiai bürokráciát könnyebben ki lehessen iktatni a folyamatból, 2020-ban létrehozták az Indiai Nemzeti Űripar-támogatási és Felügyeleti Központot,<sup>65</sup> amely egyablakos rendszer-

<sup>61</sup> B. R. Deepak: India rethinks ties with China. East Asia Forum. 2022. szeptember 12., <https://www.eastasiaforum.org/2022/09/12/india-rethinks-ties-with-china/> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>62</sup> Satyanath: i. m.

<sup>63</sup> Tellis: i. m.

<sup>64</sup> Goswami: i. m. 9.

<sup>65</sup> Indian National Space Promotion and Authorization Center – IN-SPACe.

ként könnyíti meg a privát és állami szektor együttműködését. A műholdfejlesztő és űripari vállalatokat tömörítő Indiai Űregyesület<sup>66</sup> 2021-ben jött létre. Rendeltetése, hogy közelebb juttassa az indiai űrszektor a Módí-kormány gazdaságpolitikai céljának, az önálló Indiának a megvalósításához. Ezenkívül feladata még, hogy nemzetközi aktorokat és befektetőket is vonzzon, így segítse a technológiatranszfert és a finanszírozást. Mindez abból a felismerésből fakad, hogy bár India előnyt kovácsolt az olcsó munkaerőből és az alacsony gyártási költségekből, továbbra is hátráltatják korlátozott finanszírozási lehetőségei, ezért szüksége van külföldi tőke és innováció bevonására is.<sup>67</sup>

A magán- és közszféra együttműködése igen látványos eredményeket produkált az elmúlt években. Az ISRO kapacitásait kihasználó tesztelése után a Pixxel nevű cég felbocsátotta India első privát, kereskedelmi szatellitjét, a *Sakuntalát*, a Skyroot nevű cég az első privát szuborbitális rakétáját, az Agnikul Cosmos űrvállalat pedig kifejlesztette az első privát indítóállomást. Azal, hogy a magánszférában működő cégek és startupok használni tudják az ISRO kapacitásait, rengeteg pénzt és energiát spórolnak meg, míg az ISRO extra bevételre tesz szert.<sup>68</sup>

Az ISRO 2025-ös víziójában hat pontban határozza meg az indiai űrprogram jövőjét:

- Szatellit alapú kommunikáció és navigáció kiterjesztése a vidéki területekre is.
- A képalkotási képességek fejlesztése a természeti erőforrások és a meteorológiai jelenségek jobb feltérképezhetősége érdekében.
- Az űrtudományos kapacitások fejlesztése a Naprendszer és a világegyetem jobb megértése érdekében.
- Nagy terhek űrbe juttatására képes hordozórakéta kifejlesztése.
- Újrahasznosítható hordozórakéta kifejlesztése.
- Emberes űrrepülés.<sup>69</sup>

A 2000-es évek elejéig a fő csapásirány a saját műholdas navigációs rendszer kiépítése volt, az emberes űrrepülés az elmúlt évtizedig nem számított prioritásnak, azonban Naréndra Módí presztízsalapú kormányzásába jól illeszkedik ez a terv annak ellenére is, hogy megvalósítása nagyon komoly erőforrásokat emészt fel.<sup>70</sup> A közeljövő nagyszabású projektje tehát a saját rakétával és járművel végrehajtott emberes űrrepülés, az úgynevezett Gaganján-misszió.

<sup>66</sup> Indian Space Association – ISpA.

<sup>67</sup> Rajagopalan: i. m.

<sup>68</sup> Awais Ahmed: Union Budget 2023 & The Indian Space Tech Ecosystem. Businessworld.In, 2023. január 26., <https://www.businessworld.in/article/Union-Budget-2023-The-Indian-Space-Tech-Ecosystem/26-01-2023-463360/> (A letöltés ideje: 2023. 02. 04.)

<sup>69</sup> Goswami: i. m. 11.

<sup>70</sup> Both: i. m.



India további tervei között szerepel a Vénusz 2024-es meglátogatása is, illetve egy Nap-misszió (Áditja-L1).<sup>71</sup> Mindez nagymértékű anyagi elkötelezettséget igényel a kormány részéről, így a 2021-2022-es és a 2022-23-as nemzeti költségvetésben több mint másfél milliárd dollárt különítettek el űripari magán-startupok fejlesztésére. A 2023-24-es büdzsé szintén ehhez hasonló, ugyanis ez a 2024-es választások előtti utolsó teljes évi költségvetés, amelyet a Módí-kormány keresztül tud vinni, és fontosságát figyelembe véve az űrsegmens ezúttal is komoly anyagi támogatásban részesül.<sup>72</sup>

## Összefoglalás

Bár az indiai űrprogram kezdetben gyakran került kritikák kereszttüzébe, melyek szerint fejlődő ország lévén az űr meghódítása helyett inkább a társadalmi és gazdasági felzárkóztatásra kellene fókuszálnia, az elmúlt hat évtized során bebizonyította, hogy az űrügyi fejlesztéseknek is van létjogosultságuk a fejlesztések területén. Másrészről pedig viszonylag szűkös erőforrásokkal, de létrehozta a világ legolcsóbb űrprogramját, amelynek hatékonysága ennek ellenére kétségtelen. Különösen innovatív az elmúlt évtizedbeli együttműködés a magánszektor és a kormányzat között, amely az űrszektorba kívülről igyekszik tőkét bevonni úgy, hogy azzal a kisebb cégeknek is fejlesztési lehetőséget biztosít az űrrel kapcsolatos projektekben. Meghatározó tulajdonsága továbbra is az olcsósága, jelenleg a magán- és közszféra együttműködése tűnik olyan területnek, amely jelentős fejlődési potenciált rejt magában.

A jövő feltehetően a stratégiai kapacitások fejlesztését, valamint a nemzetközi rivalizálás és kooperáció további erősödését fogja magával hozni. Ahogy India egyre határozottabban követel magának szót a nemzetközi porondon, kénytelen állást foglalni bizonyos politikai kérdésekben és komolyabban elköteleződni nemzetközi együttműködések mellett is, ami bizonyos mértékű garanciát jelenthet számára Kína erősödő befolyásával szemben. Egyre komolyabb szerephez jut az űrprogram védelmi és biztonsági aspektusa, miközben India nagyhatalmi ambícióit az űrben is igyekszik kifejezni.

<sup>71</sup> Goswami: i. m. 13.

<sup>72</sup> Ahmed: i. m.



# Franciaország, az európai űrhatalom

*Molnár Dóra*<sup>1</sup>

Nem meglepő, hogy egyre több állam érdeklődik az űrkutatás iránt, amint azt a nemzeti űrügynökségek számának folyamatos növekedése is mutatja. Bár az űr mint közös tér van jelen a nemzetközi politikában, továbbra is rendkívül szelektív hozzáférésű környezet, ahol csak néhány hatalomnak sikerül „uralkodnia”. Az államok kevesebb, mint fele rendelkezik orbitális platformokkal, és csak körülbelül 3%-uknak van cselekvési autonómiájuk az űrben, azaz 3%-uk képes orbitális platformokat megtervezni, gyártani, rendszeresen indítani és működtetni. Stratégiai értelemben az államok alig több, mint 1%-a tekinthető olyan valódi katonai űrhatalomnak, amely koherens űrkomponenssel egészítette ki haderejét.<sup>2</sup> Ez a néhány állam ebben a speciális értelemben stratégiai dominanciát élvez a többi felett, és olyan sajátos helyzetben van, amelyet a történelem csak nagyon ritkán kínál fel. Az egyik ilyen állam – az Egyesült Államok, az Oroszországi Föderáció, Kína, az Egyesült Királyság és Japán mellett – Franciaország.<sup>3</sup> A francia űrprogram, amely polgári és katonai űrrepülési tevékenységeket egyaránt tartalmaz, az orosz (korábban szovjet) és amerikai után a harmadik legrégebbi nemzeti űrprogram a világon.

Franciaország közel ötven éve megértette, mit jelent a világűrhez való hozzáférés szabadságának hiánya, amikor az Egyesült Államok megtagadta tőle az egyik műholdja kereskedelmi célú hasznosításának jogát, amelyet egy amerikai rakétával kellett volna indítani. Ezután levonta a következtetéseket, és felajánlott Európának egy általa tervezett hordozórakétát. Így született meg az Ariane program, amely évtizedek óta biztosítja Európa számára a világűrhez való független hozzáférést. Az űrbéli autonómia másik kulcseleme a saját területen lévő indítóbázis. E stratégiai kérdések tudatában Franciaország már nagyon korán megtette azokat a szükséges lépéseket, amelyek eredményeképp ma Európa legnagyobb űrprogramját valósítja meg.

<sup>1</sup> *Molnár Dóra* egyetemi docens, NKE HHK Nemzetközi Biztonsági Tanulmányok Tanszék. E-mail: molnar.dora@uni-nke.hu.

<sup>2</sup> Philippe Steininger: Dix propositions à considérer pour une stratégie spatiale de défense. In: *L’Air et l’Espace. Enjeux de Souveraineté et de Liberté d’Action de la France. Les Cashiers de la Revue Défense National*, 2019, 21–28., <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=83&cidcahier=1182> (A letöltés ideje: 2022. 05. 02.)

<sup>3</sup> Avery Kopp: Visualized: Which Countries are Dominating Space? 2022. 07. 08., <https://www.visualcapitalist.com/visualized-which-countries-are-dominating-space/> (A letöltés ideje: 2022. 09. 01.)



## A kezdetek

Az űrutazás régóta jelentős ambíció a francia kultúrában. Az egészen a 17. századig visszanyúló elképzelések után a 20. század elején megszületett a francia repülőgép- és rakétaipar. Robert Esnault-Pelterie az űr kutatás-tervezés és a rakétatudomány egyik korai úttörőjeként 1935 és 1939 között nagy magasságban szondázó rakétát tervezett, ám a II. világháború félbeszakította terveit. Német szakértők úgy vélték, hogy a rakéta elérhette volna a tervezett 97 km-es célmagasságot. Esnault-Pelterie-nek azonban sikerült meggyőznie Jean-Jacques Barré fizikust, a rakétahajtás úttörőjét, hogy működjenek együtt egy önjáró szerkezetre rögzített kriogén<sup>4</sup> rakéta tervezésében. Ennek eredményeképp 1927 és 1933 között Barré kiterjedt kutatásokat végzett, és kifejlesztett egy rakétát, amely már elérheti a felső légkört és az űrt. Ez volt az *EA-41 Eole*.

Az igazi áttörés a második világháború után következett be. 1946-ban Veronban megalakult a Ballisztikai és Aerodinamikai Kutatólaboratórium<sup>5</sup> kifejezetten azzal a céllal, hogy a rakéták következő generációját kifejlesszék. Nagymértékben építettek az *EA-41* technológiájára, amelyet a háború alatt a hadsereg tesztelt, majd továbbfejlesztett. A munka eredményeként 1952. május 22-én Algériából sikeresen felbocsátották a *Véronique N1* rakétát.<sup>6</sup> 1958-ban Charles de Gaulle elnök hatalomba való visszatérése új lendületet adott a tudományos kutatásnak, ami strukturális változásokat és újabb fejlesztéseket vont maga után. 1959-ben felállították az Űrkutatási Bizottságot,<sup>7</sup> amely az 1961-ben létrehozott Nemzeti Űrkutatási Központ (a továbbiakban: CNES)<sup>8</sup> elődszervezete volt. A központ, amely 1962. március 1-jén mindössze nyolc fővel<sup>9</sup> kezdte meg működését, a francia űrtevékenységek koordinálására jött létre azzal a nem titkolt céllal, hogy az addig szétszórtan működő űrkutatást és fejlesztést centralizálják.<sup>10</sup> 1962-ben meg is kezdődött Nyugat-Európa első hordozórakétája, a *Diamant* fejlesztése. Az igazi sikert az 1965-ös év hozta el Franciaországnak: november 26-án az algériai sivatgból egy *Diamant* hordozórakétával sikeresen felbocsátották az *Astérixet*, az első francia műholdat az űrbe, amely megszakítás nélkül két napon ke-

<sup>4</sup> Kriogén rakéták esetében a rakétákat hajtó anyag mindkét komponense erősen lehűtött, folyékony gázból áll.

<sup>5</sup> Laboratoire de recherches balistiques et aerodynamiques - LRBA.

<sup>6</sup> Véronique et Vesta, [http://www.capcomespace.net/dossiers/espace\\_europeen/ariane/index.htm](http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/ariane/index.htm) (A letöltés ideje: 2022. 05. 02.)

<sup>7</sup> Comité d'études spatiales.

<sup>8</sup> Centre National D'Études Spatiales - CNES.

<sup>9</sup> Az év végére az alkalmazottak száma elérte a 80 főt.

<sup>10</sup> Le Centre National D'Études Spatiales, [http://www.capcomespace.net/dossiers/espace\\_europeen/ariane/index.htm](http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/ariane/index.htm) (A letöltés ideje: 2022. 05. 02.)

resztül sugárzott jeleket. Ezzel 1965-ben Franciaország lett a harmadik űrhatalom a világon. Bár kevésbé ismert, ennek a fejlesztésnek a részeként, a *Diamant* rakétával szinergiában elkezdett tesztelni egy ballisztikus rakétát is, amelyet a francia nukleáris elrettentő erő részének szánt, ami jól mutatja, hogy már a korai űrtevékenységeknél is jelen volt a kettős felhasználás iránti igény.

Problémát jelentett az indítóállások megfelelő földrajzi helyének megtalálása. 1962-ben a Fegyveres Erők Minisztériuma úgy döntött, hogy Aquitánia partján, Biscarrosse és Mimizan között hozzák létre a szükséges infrastruktúrát 1965-ig. Az itteni földrajzi adottságok azonban nem kedveztek műholdak felbocsátásának, mert a Föld forgásával ellentétes irányú indítást tették csak lehetővé. Így a kérdés a CNES Igazgatótanácsa elé került, ahol a lehetséges helyszínek között felvetődött Francia Guyana, bár kezdetben pusztán azért, mert a tengerentúli Franciaország minisztériumát ez a helyszín foglalkoztatta. Az igazgatótanács tagjait eleinte ugyan aggasztották a logisztikai problémák, később azonban a matematika meggyőzte őket. A Kourouban található indítóhely ugyanis az Egyenlítőtől 5,3°-ra északra helyezkedik el, ami lehetővé teszi, hogy a rakéták keleti irányba történő indításakor a Föld forgásából meghajtást nyerjenek (ami plusz 460 m/s, azaz 170 km/h-s sebességet jelent), s ezáltal hajtóanyagot takarítsanak meg. Egyetlen más kormányzati indítóhelynek sincsenek – még megközelítőleg sem – hasonlóan kedvező fizikai paraméterei, mint a Guyanai Űrközpontnak (CSG).<sup>11</sup> Ebből az űrkikötőből a francia űrprogram keretében sarki pályára is lehet bocsátani műholdakat. A helyszínt 1964-ben jelölték ki erre a célra,<sup>12</sup> majd később ezt választotta indítóhelyül az Európai Űrügynökség, az ESA<sup>13</sup> is. Kiválasztásának szempontjai igen sokrétűek voltak, így az egyenlítői vagy sarki kedvező indítási körülmények és a lakott településektől való megfelelő távolság mellett tengeri kikötőre is szükség volt a logisztikai ellátás biztosításához, csakúgy, mint megfelelő területre és legalább 3000 m hosszú kifutópályára egy politikailag stabil, lehetőleg Európától nem túl távoli régióban, valamint olyan elviselhető klimatikus viszonyokra, amelyek között minimális a földrengések és a hurrikánok előfordulásának esélye.<sup>14</sup> Kourou mára az az űrkikötő, ahonnan a legtöbb sikeres indítás történt, mind az egymást követő, mind az összesített indítások tekintetében.

A *Diamant* hordozócsaládot 1979-ben cserélte le Franciaország az *Ariane* típusú rakétára, amelynek azóta az ötödik generációját működteti. Az *Ariane 5* a rakétacsalád jelentős fejlesztésének számít, mivel a korábbi változatokénál

<sup>11</sup> Centre Spatial Guyanais – CSG.

<sup>12</sup> Ezt megelőzően Franciaország rakétáit Algériából, Colomb-Bécharban és Hammaguirban indították.

<sup>13</sup> European Space Agency – az Európai Űrügynökséget 1973-ban Franciaország ösztönzésére hozták létre. A francia űrköltségvetés a mai napig a legnagyobb az ESA-tagállamok közül.

<sup>14</sup> Histoire du CSG, <https://centrespatialguyanais.cnes.fr/fr/centre-spatial-guyanais/histoire-du-spatial-en-guyane> (A letöltés ideje: 2022. 05. 02.)



sokkal erősebb és fejlettebb technológiákat használ.<sup>15</sup> Három egymást követő általános verzióját, az *Ariane 5G*-t, az *Ariane 5G+*-t és az *Ariane 5GS*-t már kivonták, majd ezeket felváltotta az *Ariane 5 ES*. Ezt különféle küldetések során használták, mint például az automatizált szállítóeszközök<sup>16</sup> alacsony pályára állítására vagy a Galileo navigációs rendszer műholdjainak közepes Föld körüli pályára (MEO)<sup>17</sup> állítására, azonban 2018. július 25-én ezt is kivonták a szolgálatból. Jelenleg egyetlen működő konfiguráció létezik – az *Ariane 5 ECA*,<sup>18</sup> amely egy, két vagy három nagy műholdat képes felbocsátani.<sup>19</sup> 2023-ig az *Ariane* típusú hordozóeszközzel összesen 256 indítást hajtottak végre, amelyekből 244 sikeres volt. A fejlesztések folytatódnak: az Európai Űrügynökség tagállamai 2014. december 2-án megállapodtak egy új generációs *Ariane 6* rakéta kifejlesztésében.



Az Ariane 6 hordozórakéta utolsó földi tesztje (2024) (© ESA)

<sup>15</sup> Ariane 5, [https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Transportation/Launch\\_vehicles/Ariane\\_5](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Launch_vehicles/Ariane_5) (A letöltés ideje: 2022. 05. 02.)

<sup>16</sup> Automated Transfer Vehicle.

<sup>17</sup> Medium Earth orbit – MEO: közepes föld körüli pálya, egy olyan Föld-központú pálya, amelynek magassága az alacsony Föld körüli pálya (low Earth orbit – LEO) felett és a magas Föld körüli pálya (high Earth orbit – HEO) alatt van – 2000 és 35 786 km (1243 és 22 236 mi) között a tengerszint felett.

<sup>18</sup> Evolved Cryogenic model A – ECA.

<sup>19</sup> A kettős indítási konfiguráció a leggyakrabban használt.

Céljuk, hogy megőrizzék Európa részesedését a globális kereskedelmi indítópiacon, és növeljék a jelenlegi *Vega* kisműholdindító teljesítményét.<sup>20</sup> Az *Ariane 6* hordozórakéta építését 2016-ban valamennyi ESA-tagállam jóváhagyta, majd 2023 júniusától a földi berendezések minősítésével – így a teljes minősítési szakasz lezárásával – lehetőség nyílt az utolsó tesztek elvégzésére is. Az Airbus Safran Launchers tervezte rakétát 2024. július 9-én indították Kourouból.<sup>21</sup> Ezenkívül 2023. április 14-én indult a Jupiter Icy Moons Explorer misszió, amely a Jupitert és három holdját fogja tanulmányozni azért, hogy betekintést nyerjen az élet kialakulásába. Ez a küldetés a CNES, a CNRS<sup>22</sup> és az ESA együttműködése révén valósul meg. 2028-ban a francia–német együttműködésnek leszünk szemtanúi; ekkor állítják ugyanis Föld körüli pályára a Merlin<sup>23</sup> nevű francia–német műholdat, amely küldetése, hogy páratlan pontossággal mérje a légkör metánkoncentrációját, és ezzel hozzájáruljon ahhoz, hogy jobban megértsük a globális felmelegedésben meghatározó szerepet játszó üvegházhatású gáz kibocsátásának forrásait.<sup>24</sup>

## Elméleti alapok

Az űr régóta meghatározó szerepet játszik a francia politikai gondolkodásban. 2003-ban például az iraki invázióval összefüggésben egyéb hírszerzési források mellett a *Helios* megfigyelőműholdak segítettek Franciaországnak meggyőzni magát arról, hogy Iraknak 2003-ban nem voltak tömegpusztító fegyverei. Erre alapozva Chirac elnök kiállt az Egyesült Államokkal szemben, és megtagadta a részvételt a második Öböl-háborúban, sőt azzal fenyegetőzött, hogy megvétőz minden, az Egyesült Államok által támogatott ENSZ-határozatot, amely legitimálja a katonai beavatkozást.

A közelmúltban a 2017-es Védelmi és nemzetbiztonsági stratégiai áttekintés<sup>25</sup> volt az első olyan hivatalos dokumentum, amely a világűrűt mint különálló teret definiálta, és a korábbi évekkel ellentétben nem a többi terület működési tartományaként határozta meg.

<sup>20</sup> Peter B. de Selding: ESA Members Agree to Build Ariane 6. Fund Station Through 2017. 2014. december 2., <https://spacenews.com/42699esa-members-agree-to-build-ariane-6-fund-station-through-2017> (A letöltés ideje: 2022. 05. 02.)

<sup>21</sup> Ariane 6: La qualification des moyens sol est prononcée, <https://cnes.fr/fr/lanceurs-ariane-6-la-qualification-des-moyens-sol-est-prononcee> (A letöltés ideje: 2023. 08. 22.)

<sup>22</sup> Centre national de la recherche scientifique – CNRS, Nemzeti Tudományos Kutatóközpont.

<sup>23</sup> Methane Remote Sensing Lidar Mission – Merlin.

<sup>24</sup> Merlin. Bibliothèque des projets du CNES. 2019. január 19., <https://merlin.cnes.fr/fr/MERLIN/Fr/index.htm> (A letöltés ideje: 2022. 05. 03.)

<sup>25</sup> Revue Stratégique de Défense et de Sécurité Nationale 2017.



A 2019-es év nagy változásokat hozott a francia űrpolitikában: július 13-án Emmanuel Macron elnök bejelentette az önálló, a korábbi Közös Űrparancsnokság helyébe lépő Űrparancsnokság<sup>26</sup> létrehozását (ez 2019. szeptember 3-án ténylegesen meg is valósult), amely a légierő felelősségi körébe tartozik, majd július 25-én Florence Parly védelmi miniszter ismertette az ország első űrvédelmi stratégiáját.<sup>27</sup> Ezzel Franciaország az első olyan állam, amely nyilvánosságra hozta űrbéli ambícióit és katonai űrstratégiáját. A miniszteri beszéd nagy vitát váltott ki a külügyminisztériumokban szerte a világon, főként – a később még részletesen taglalt –, a francia javak védelmét szolgáló „aktív védelem” doktrína említése miatt.

A Macron elnök által oly gyakran hangoztatott és a stratégiai felülvizsgálat központi gondolatát képező „stratégiai autonómia” szöfordulatot az űrstratégia is átvette, és megfelelő tartalommal töltötte meg: Franciaország a világűrben is döntési és cselekvési szabadsága biztosítására törekszik, aminek eléréséhez az egyik megoldás lehet a műholdak önvédelmi célú felfegyverzése.

Az űrstratégia három fejezetből áll. Az első az űrt mint a fegyveres erők számára fontos teret mutatja be, ahol a verseny egyre inkább fokozódik. Az űrben olyan kihívásokkal kell szembenézni, mint a kibernetikus fenyegetések, az elektromágneses zavarás, a kereskedelmi szféra által nyújtott űrszolgáltatások, a földi létesítmények elleni hagyományos támadások vagy az újonnan kifejlesztett kinetikus műholdelhárító rakétaképességek. A második fejezet az ambiciózus francia űrvédelmi politika alapelemeit ismerteti, míg a harmadik cselekvési tervet vázol fel a politikai és katonai célok eléréséhez, amelynek központi elemeit a francia űrvédelmi doktrína megerősítése, a katonai űrigazgatás, az űrképességek ambíciókhoz való hozzáigazítása, valamint az űrvédelmi szakértői gárda felállítása képezik.

Az űrstratégia a második fejezetben kettős ambíciót határoz meg. Az első, hogy megvédje műholdjait azáltal, hogy javítja az űrkörnyezet megfigyelésének képességét. A cél a barátságtalan vagy ellenséges cselekmények észlelése, aminek érdekében Franciaország az űrhelyzet-felismerő képességekre fog támaszkodni, függetlenül attól, hogy azok szuverének-e vagy olyanok, amelyeket más államokkal (európai partnerekkel, különösen Németországgal) együtt fejlesztettek ki és működtetnek. A második ambíció, hogy Franciaország meg tudja védeni érdekeit az űrben a barátságtalan, jogtalan vagy agresszív cselekedetekkel szemben, a nemzetközi joggal összhangban és azt betartva. Érdeklődési területe nem korlátozódik a francia katonai műholdakra, hanem magában foglalhatja a francia kereskedelmi műholdakat, néhány szövetséges műholdat és az Európai Unió (a továbbiakban: EU) műholdjait

<sup>26</sup> Commandement de l'Espace – CdE.

<sup>27</sup> Stratégie Spatial de Défense 2019. Rapport du group de travail 'Espace', <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/194000642.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 05. 03.)

is. A cél tehát a nemzeti és kulcsfontosságú európai űreszközök védelmének javítása, beleértve a műholdak esetleges felszerelését védelmi célú fedézleti lézerekkel. Mindkettő szorosan kapcsolódik a nemzeti és európai űripari kapacitások fenntartásának és további támogatásának francia elképzeléséhez. Franciaország nukleáris elrettentő erejének kulcsfontosságú támogató elemei pedig az űralapú hírszerzés, felderítés és megfigyelés lesznek. A nemzeti törvényeket módosítják annak érdekében, hogy a fegyveres erők legyenek ezeknek az eszközöknek az üzemeltetői és fenntartói is, ne csak azok hasznélvezői.<sup>28</sup>

Számos párhuzam vonható a francia űrstratégia és kiberstratégia között. Franciaország mindkét területen olyan stratégiát fogadott el, amely aktív védekezésre és elrettentésre épül. A kibertérhez hasonlóan az űrt is műveleti térként ismeri el, és mindkettő esetében hangsúlyozza, hogy biztosítani kell a nemzetközi jog betartását.<sup>29</sup> Nagy különbség ugyanakkor, hogy az űrstratégia tisztán védekező jellegű, függetlenül attól, hogy az országnak szándékában áll lézerfegyvereket helyezni műholdakra, szemben a kibertérben tanúsított magatartásával. Florence Parly miniszter 2019. július 25-ei beszédében<sup>30</sup> kijelentette ugyan, hogy az űrben nem zajlik fegyverkezési verseny, az űrstratégia kidolgozása mégis nyilvánvalóan annak az eredménye, hogy az űr egyre konfliktusosabb környezetté válik, és mint műveleti tér fontos szerepet játszik az elrettentésben, illetve – ha ez nem jár sikerrel – akár a harci cselekményekben is.

## Gyakorlati lépések

Alapvető problémát jelent, hogy a világűr-tevékenység jelentős szegmenseinek jogi szabályozása részben vagy teljes mértékben hiányzik. Az 1967-es Világűregyezmény az egyetlen dokumentum, amely valamennyi állam űrbéli magatartását szabályozni igyekszik azáltal, hogy megtiltja a tömegpusztító fegyverek pályára állítását és az égitestek katonai célra történő felhasználását. Minden más állami lépés tehát megengedett. Ez oda vezet, hogy a világűr a nagyhatalmak közötti stratégiai verseny új színterévé kezd előlépni, amelyben a kisebb államokkal való aszimmetrikus konfliktusok – az űr tulajdonlása és az űrképességek hiánya miatt – nincsenek jelen.

<sup>28</sup> Eddig az üzemeltetés főként a CNES polgári űrügynökségen keresztül történt.

<sup>29</sup> Stéphane Taillat, Signaling, Victory, and Strategy is France's Military Cyber Doctrine. 2019. május 8., <https://warontherocks.com/2019/05/signaling-victory-and-strategy-in-frances-military-cyber-doctrine/>. (A letöltés ideje: 2022. 05. 03.)

<sup>30</sup> France's new space defense strategy. 2019. július 27., <https://satelliteobservation.net/2019/07/27/frances-new-space-defense-strategy/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 03.)



Franciaországban a műholdas fenyegetésértékelés egészen a közelmúltig a Föld-bázisú kockázatokra összpontosított, mint például a kommunikáció zavarására, a kibertámadások vagy a lézerek használatára, a műholdérzékelők átmeneti vakítására vagy más módon való rongálására. Az orbitális fenyegetésekkel kapcsolatos növekvő aggodalom azonban arra készítette a francia vezetést, hogy fontolóra vegye jövőbeli műholdjai passzív és aktív védelmét. A francia fegyveres erők minisztériuma a lézerek mellett a fedélzeti kamerák alkalmazását is vizsgálja, hogy ezek révén képessé váljon a közeledő, fenyegetést jelentő műholdak észlelésére, illetve arra, hogy szükség esetén félremondítsa őket a pályájukról. A minisztérium emellett nagyon kicsi méretű, avagy nanoműholdak számos katonai feladatra való alkalmasságát is vizsgálja. A francia működtetésű és/vagy franciák által vezetett műholdas és űrfigyelő (korábbi és jövőbeli) rendszereket foglalja össze az 1. táblázat.

1. táblázat: Francia működtetésű és/vagy franciák által vezetett műholdas és űrfigyelő rendszerek<sup>31</sup>

Kategória	Program	Új eszköz	Leváltott eszköz	Telepítés
Katonai kommunikáció (kritikus)	<i>Comsat</i> NG	<i>Syracuse</i> 4A	<i>Syracuse</i> 3A	2021-2023
	Sicral	<i>Sicral</i> 3	<i>Sicral</i> 2	
Katonai kommunikáció (nem kritikus)		<i>Syracuse</i> 4B	<i>Syracuse</i> 3B	2014-2019
	<i>Comcept</i> (Olaszországgal)	<i>Athéné-Fidus</i>	N/A	
Elektromágneses (SIGINT)	CERES	CERES 1, 2 és 3	<i>Essaim, Elisa</i>	2020
Optikai (ISR)	<i>Musis</i> (multinacionális)	CSO 1, 2 és 3	<i>Helios-2, Pleiadok</i>	2016-2019
Űrfelügyelet (földi radarok)	GRAVES (magas pálya, nagy tárgyak)	V2	V1	2025
	SATAM (alacsony pálya, kis tárgyak)	V2	V1	2030
	Új (nagyon nagy hatótáv)	-	N/A	ismeretlen

A fejlesztés irányai tehát adottak, Franciaország pedig nem tétlenkedik. Már a 2021-es év is különösen mozgalmas volt a francia katonai űrtevékenységek és reformok tekintetében, amelyek alapján három fő tendencia kezd kirajzolódni:<sup>32</sup>

1. A katonai űrparancsnoksági irányítás átalakítása. Franciaország – ellentétben az Egyesült Államokkal, amely önálló űrparancsnokságot állított fel – az ellenkező irányba indult el azzal, hogy 2020. szeptember 11-én

<sup>31</sup> Forrás: Arthur Laudrain, France's 'strategic autonomy' takes to space. 2019. augusztus 14., <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2019/08/france-space-strategy> (A letöltés ideje: 2023. 05. 03.)

<sup>32</sup> Murielle Delaporte: ASTER X 2021: Putting French military space strategy in the „New Space” orbit. 2021. április 10., <https://operationnels.com/2021/04/10/aster-x-2021-putting-french-military-space-strategy-in-the-new-space-orbit/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 03.)



hivatalosan is megalakult a francia légi és űrhaderő.<sup>33</sup> Ezzel az egy évvel korábban felállított Űrparancsnokságot<sup>34</sup> és a légierőt integrálták egy közös szervezetbe. Az új haderő négy központban jelenleg körülbelül 200 főre támaszkodik (szemben az Egyesült Államok 9000 főjével):

- Balard-ban a menedzsment működik,
- Toulouse-ban az űrműveletek vezetés-irányítása (C2<sup>35</sup>),
- Lyonban egyrészt az űrhelyzet-felismerési központ, a COSMOS,<sup>36</sup> amely az űrobjektumok katonai megfigyelésének központjaként funkcionál, valamint a katonai műholdas megfigyelési központ, a CMOS,<sup>37</sup>
- Creil-ben a CMOS egyik egysége.

Mind a központok, mind a személyzet a toulouse-i európai űrközpontba kezdenek betagozódni, amelyet fokozatosan bővítenek, jelenleg éppen egy űrakadémiával, egy űrlaborral és egy komplett nemzetközi kutatási és ipari ökoszisztémával. 2025-re a francia űrparancsnokság létszáma 500 főre fog duzzadni, és a jelenlegi, a Nemzeti Űrkutatási Központban található székelyüket különálló épületbe teszik át.

2. Az űrkapacitások modernizálása a katonai és a civil szektor, valamint az állami és a magánszektor koordinálása révén. Egyre több az innováció a magánszektorban, amelyek eredményeiből a Fegyveres Erők Minisztériuma is részesedni kíván, de természetesen a civil szektor is profitál a katonai fejlesztésekből. Ha a CNES éves programjára tekintünk, az lényegében tele van, míg a katonai tevékenységek száma még mindig jóval alacsonyabb – bár már azok is a kiadások 12%-át teszik ki 280 millió euró értékben.<sup>38</sup> A CNES részt vesz az új francia aktív védelmi képességek fejlesztésére irányuló kutatásokban. Ezek egyik mérföldköve a Yoda-program, amely keretében olyan „járőr” nanoműholdakat fejlesztenek, amelyek azonosítják a pályán lévő francia műholdakat fenyegető veszélyeket, és szükség esetén egy fedélzeti lézer segítségével hatástalanítják azokat. A program célja, hogy Franciaország elsajátítsa a geostacionárius pályán történő orbitális manőverekkel kapcsolatos ismereteket, amelyekkel sem a CDE, sem a CNES nem rendelkezik még. A program részeként a minisztérium már 2023-ban, a Yoda-kísérlet

<sup>33</sup> Armée de l’Air et de l’Espace – AAE.

<sup>34</sup> Commandement de l’Espace – CDE.

<sup>35</sup> Command, Control – C2.

<sup>36</sup> Centre opérationnel de surveillance militaire des spatiaux – COSMOS.

<sup>37</sup> Centre militaire d’observation par satellites – CMOS.

<sup>38</sup> Maximilan Azarian: LE CNES ET LE COMMANDEMENT DE L’ESPACE: une collaboration accrue pour la mise en œuvre de la stratégie spatiale française. Les publications des jeunes IHEDN, 2021, 5., <https://operationnels.com/wp-content/uploads/2021/04/Jeunes-IHEDN-Le-CNES-et-le-CDE.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 05. 03.)



keretében egy apró demonstrációs műhold repülését vizsgálta,<sup>39</sup> amely – a francia parlament Nemzetvédelmi és Fegyveres Erők Bizottságának 2020. októberi jelentése szerint – 2030-ra az egy nagyobb, már kezdeti hadművelleti képességgel rendelkező pályára kerülhet.<sup>40</sup>

3. A megerősített szövetségesi együttműködésre való törekvés. Franciaország (és Európa) számára létfontosságú a nemzetközi együttműködés. A 2019-es űrstratégia alapján Franciaország kulcsfontosságú partnerei Németország és Olaszország mellett az Egyesült Királyság, az Egyesült Államok, Kanada, Ausztrália, valamint India és Japán. Az Egyesült Államokat kritikus partnernek tekinti az űrhadműveletekben, amihez az is hozzájárul, hogy Franciaország 2020-ban hivatalosan is csatlakozott az Egyesített Űrműveletek Központhoz (CSpO),<sup>41</sup> amelyben kezdetben csak az Öt Szem (Five Eyes) együttműködés öt tagállama vett részt, majd miután Franciaország és Németország elnyerte a megfigyelői státuszt, teljes jogú tagok lettek 2020-ban, illetve 2019-ben. A CSpO célja az országok közötti interoperabilitás fejlesztése annak érdekében, hogy képességeiket közösen tudják használni, valamint egy olyan űrdoktrína megalkotása, amely részletezi az űrben végzett műveletek végrehajtását, az adatok megosztását és az űrbeli viselkedési normák kialakítását.<sup>42</sup>

Az együttműködés kérdéséhez kapcsolódva mindenképpen kiemelendő a CNES és az Európai Űrügynökség (ESA) közötti szoros kapcsolat, amelynek számos más program mellett ékes bizonyítéka a Föld megfigyelésére szolgáló legnagyobb műholdas felmérési projekt, a Kopernikusz Program. Ugyanakkor Franciaország forszírozza a bilaterális alapon történő együttműködést is, amelynek igazán ígéretes a jövője.

- Indiával például igen sokrétű ez a kapcsolatrendszer. 2016-ban a CNES és az indiai űrkutatási szervezet, az ISRO<sup>43</sup> élére állt az Újdelhi Nyilatkozatnak, amelyben több mint 60 ország kötelezte el magát az űreszközök felhasználása mellett a globális felmelegedés megfékezésére, egy független üvegházhatású gázok kibocsátásának becslésére szolgáló rendszer létrehozása révén.<sup>44</sup> A 2018 januárjában indított indiai holdkűl-

<sup>39</sup> Murielle Delaporte: ASTERX 2021: French Space Forces Reach for Higher Orbit. 2021. április 9., <https://breakingdefense.com/2021/04/asterx-2021-french-space-forces-reach-for-higher-orbit/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>40</sup> M. Jean-Jacques Ferrara: Défense – Préparation et Emploi des Forces: L’Air. Assemblée Nationale, Avis No. 3465., 58. és 94., [https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion\\_def/115b3465-tvi\\_rapport-avis.pdf](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/115b3465-tvi_rapport-avis.pdf). (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>41</sup> Combined Space Operations – CSpO.

<sup>42</sup> French military space strategy. 2020. március 18., <https://satelliteobservation.net/2020/03/18/french-military-space-strategy/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>43</sup> Indian Space Research Organization – ISRO.

<sup>44</sup> New Delhi Declaration comes into Effect – World’s space agencies working to tackle climate change. 2016., <https://france-science.com/en/new-delhi-declaration-comes-into-effect-wor>

detés (*Csandraján-1*) során a CNES biztosított bizonyos alapvető műszereket (kamerákat), majd a CNES vezette konzorcium 2018-ban Argos műszereket is beépített az indiai *Oceansat-3*-ba. A harmadik látványos program a 2016-os Bengaluru Űrkiállításon reflektorfénybe került Team Indus, az első magánküldetés a Holdra, amelyhez a CNES számos, legújabb generációs CASPEX mikrokamerát szállít majd,<sup>45</sup> 2018 januárjában pedig felbocsátották a *PicSat* nanóműholdat is, amely a Beta-Pictoris csillagot fogja vizsgálni, exobolygó után kutatva.<sup>46</sup>

- A francia űrügynökség volt a felelős a 2018. május 5-én indult és 2018. november 26-án landolt francia-német-amerikai InSight Mars-misszió főbb műszereinek megépítéséért.<sup>47</sup>
- 2018. október 20-án a CNES és a japán JAXA<sup>48</sup> elindította a BepiColombo küldetést a Merkúr mágneses terének tanulmányozására és felszínének feltérképezésére.<sup>49</sup>
- 2018. október 29-én a CFOSAT<sup>50</sup> kínai-francia óceánkutató műhold Föld körüli pályára állt, hogy tanulmányozza az óceán felszíni szeleit és hullámaikat. Macron elnök 2018. januári kínai állami látogatása után jelentősen megnőtt a francia-kínai együttműködés az űrben, és mélyebb együttműködés is magában foglal, különösen a CFOSAT-adatok megosztása terén, amelyek célja az óceánok és a légkörrel való kölcsönhatásuk tanulmányozása.<sup>51</sup>
- 2020-ban a NASA elindította a *Solar Orbiter*t, amely a CNES és más francia ipari szereplők által tervezett műszereket tartalmaz.<sup>52</sup>
- A *TARANIS* atmoszférakutató francia műholdat nemzetközi együttműködéssel 2020 novemberében bocsátották fel, ám a hordozórakéta hibája miatt soha nem került használatba. Ez lett volna az első műhold, amelyet 20–100 km magasságban villámlás megfigyelésére terveztek.<sup>53</sup>

---

Idaes-space-agencies-working-to-tackle-climate-change/?print=print (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>45</sup> France-India Space Cooperation – CNES and ISRO Review Joint Projects at Bengaluru Space Expo 2016. 2016. szeptember 1., <https://presse.cnes.fr/en/france-india-space-cooperation-cnes-and-isro-review-joint-projects-bengaluru-space-expo-2016> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>46</sup> Vahé Ter Minassian: Un nanosatellite à l'affût d'une exoplanete. 2018. január 9., [https://www.lemonde.fr/sciences/article/2018/01/09/un-microsatellite-a-l-affut-d-une-exoplanete\\_5239167\\_1650684.html](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2018/01/09/un-microsatellite-a-l-affut-d-une-exoplanete_5239167_1650684.html) (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>47</sup> Listen to the heartbeat of Mars: France participates in the InSight Mission. Université Paris Cité, Institute de Physique du Globe de Paris, <https://www.ipgp.fr/en/mission-insight> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>48</sup> Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA.

<sup>49</sup> Bepicolombo. CNES, 2018. október 19., <https://bepicolombo.cnes.fr/en/BEPICOLOMBO/index.htm> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>50</sup> Chinese-French Oceanography Satellite – CFOSAT.

<sup>51</sup> Chinese-French Oceanography SATellite, <https://cersat.ifremer.fr/Missions/CFOSAT> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>52</sup> Solar Orbiter overview, [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Solar\\_Orbiter\\_overview](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Solar_Orbiter_overview) (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>53</sup> Taranis. CNES, 2020. november 17., <https://taranis.cnes.fr/en/TARANIS/index.htm> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)



- 2010 óta Franciaország és Oroszország számos űrmisszióban működött együtt, köztük olyan hosszú távú tudományos programokban, mint a Cardiomed, amelynek célja a kozmonauták szív- és érrendszeri egészségi állapotának megfigyelése.<sup>54</sup>

## Az AsterX gyakorlat

Az űrparancsnokság létrehozása mellett a francia hadsereg megsokszorozta a programokat annak biztosítására, hogy a legújabb technológiákkal szuverén módon tudjon fellépni. A 2021-es év központi eseménye volt az AsterX, az első, Toulouse-ban szervezett európai űrgyakorlat, amely geopolitikai válságot szimulált egy kitalált kontinensen, az Atlanti-óceán közepén. A gyakorlat kódneve tiszteleg a legelső *Asterix* nevű műhold előtt, amelyet a *Diamond* rakéta 1965-ben állított pályára, de természetesen egyúttal tisztelgés a híres rajzfilmfigura előtt is, akivel 1959 óta a franciák generációi nőttek fel.<sup>55</sup>

A gyakorlat a forgatókönyve szerint egy űrkapacitásokkal rendelkező állam és egy Franciaországgal katonai segítségnyújtási megállapodást kötött állam közötti válságon alapult, és 18 szimulált eseményt foglalt magában egy műveleti terv szerint.<sup>56</sup> A fiktív forgatókönyv a 2021. március 8. és 12. közötti négy napba sűrített egy négyhetes konfliktust, amelynek során a mintegy hatvan résztvevőnek műholdellenes fegyverek tüzével, űrbeli találkozókkal vagy akár napmeteorológiai jelenségekkel kellett szembenéznie.

A gyakorlat jelentősége abban áll, hogy míg eddig Franciaország megfigyelőként szerepelt az Egyesült Államok által vezetett ilyen típusú eseményeken, most a gyakorlatot Franciaország vezette, Németországgal és Olaszországgal, valamint az Egyesült Államok űrhaderejével együttműködésben. A Francia Űrparancsnokság alapító parancsnoka, Michel Friedling vezérőrnagy a felpörgő francia űrparancsnoki folyamatok és rendszerek „stressztesztje”-ként jellemezte a gyakorlatot.<sup>57</sup> A parancsnok szerint a cél nem egy űrtámadás szimulálása volt, hanem sokkal inkább a francia űregységek és a parancsnoksági egységek kiképzése, továbbá, hogy valamennyi belső működési

<sup>54</sup> Cardiomed. CNES, <https://cardiomed.cnes.fr/en/CARDIOMED/index.htm> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>55</sup> Astérix egy gall falu nagyon makacs főnöke, ahol a lakók legrosszabb és állandó félelme, hogy a fejükre borul az ég - még ha ez irracionális félelem is.

<sup>56</sup> Armées: comment la France muscle son arsenal spatial. 2021. december 17., <https://www.ladepêche.fr/2021/12/16/armees-comment-la-france-muscle-son-arsenal-spatial-9996968.php> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>57</sup> Murielle Delaporte: ASTER X 2021: Putting French military space strategy in the „New Space” orbit. 2021. április 10., <https://operationnels.com/2021/04/10/aster-x-2021-putting-french-military-space-strategy-in-the-new-space-orbit/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

folyamatot az űrparancsnokságon belül és minden külső partnerrel együtt megvalósítsanak.<sup>58</sup>

A 2021. évi gyakorlat sikerén felbuzdulva 2022. február 24. és március 4. között megrendezték a második AsterX űrgyakorlatot, amelynek célja a katonai kezelők képzése, valamint a parancsnoki és irányítási szervezetek és folyamatok tesztelése és kísérletezése volt. A 24 napot szimuláló, hat teljes napon át tartó gyakorlathoz 10 000 objektumból álló űrpopulációt szimuláltak, és 16, a fenyegetések teljes spektrumát lefedő elemet építettek be.<sup>59</sup> A valamennyi eszközt és szereplőt összekötő küldetési hálózat részét alkotta a kiberparancsnokság, a katonai hírszerzés (DRM,<sup>60</sup> amely a megfigyelő műholdakat biztosította), a katonai kommunikációs igazgatóság (DIRISI,<sup>61</sup> amely a kommunikációs műholdakat), a CNES, az ún. megbízható szolgáltatók (egyéb ügynökségek, szervezetek) és a külföldi szereplők (négy további nemzet, valamint az Európai Külügyi Szolgálat, amely egy Galileót érintő szimulált incidenst kezelt).<sup>62</sup> A 2021. évihez képest jóval szélesebb körű gyakorlat újítása volt a Kereskedelmi Integrációs Sejt felállítása, amelyben a megbízható kereskedelmi szolgáltatók által nyújtott információkat gyűjtötték és rendszereztek. A gyakorlatot – amelyen 27 külföldi delegáció vett részt (25 országból, valamint az EU-ból és a NATO-ból) – sikeresnek nyilvánították.

Végül talán nem túlzás azt állítani, hogy az AsterX gyakorlat 2023-ra vált nagykorúvá. A 2023. február 21. és március 10. között megrendezett 18 napos eseménysorozat egy olyan, igen ambiciózus célokat kitűző katonai űrgyakorlat volt, amely realiztikus és összetett környezetre épült, és az integrációra, az interoperabilitásra és az együttműködésre összpontosított. Szemben a korábbi évek gyorsított időt alkalmazó megoldásával, 2023-ban valós időben zajlott, ráadásul az egyesített erők Orion elnevezésű gyakorlatával szoros együttműködésben, amelynek célja a nagyszabású katonai hadműveletre történő felkészülés volt. Tesztelték az űrműveletek vezetés-irányítási (C2) interoperabilitását a többi parancsnoki és irányítási struktúrával, és a kombinált földi hatások elérésének módszereit is validálták. A gyakorlat egy speciálisan erre a célra tervezett, új funkciókkal és olyan forgatókönyvvel gazdagított technikai platformon alapult, amely huszonkilenc űrbeli eseményt

<sup>58</sup> Avex AsterX, l'armée française simule une défense spatiale, une „préoccupation majeure”. Franceinfo, 2021. március 12., [https://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/armee-et-securite/avec-asterx-l-armee-francaise-simule-une-defense-spatiale-une-preoccupation-majeure\\_4330091.html](https://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/armee-et-securite/avec-asterx-l-armee-francaise-simule-une-defense-spatiale-une-preoccupation-majeure_4330091.html). (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>59</sup> ASTERX 2022: France's annual military space exercise 2022. 2022. március 6., <https://satelliteobservation.net/2022/03/06/asterx-22-frances-annual-military-space-exercise/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>60</sup> Direction du Renseignement Militaire – DRM.

<sup>61</sup> Direction Interarmées des Réseaux d'Infrastructure – DIRISI.

<sup>62</sup> Le mot du Général GDA Michel Friedling, Commandant de l'Espace – AsterX 2022, [https://air-actualites.com/AsterX\\_2022/documents/docs/Flyer\\_AsterX\\_2022-FRENCH.pdf](https://air-actualites.com/AsterX_2022/documents/docs/Flyer_AsterX_2022-FRENCH.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)



tartalmazott, köztük egy kibertérbeli eseményt is, ami már előrevetíti a jövő hadgyakorlatainak irányait.<sup>63</sup> A 200 fő részvételével zajló gyakorlaton öt további ország és mintegy 30 nemzetközi partner is részt kívánt venni, tovább növelve annak nemzetközi jelentőségét.<sup>64</sup>

## Szervezeti keretek

A szervezeti kérdések taglalását polgári és katonai struktúrára bontva végezzük el, bár ez a különbségtétel egyre kevésbé tartható, tekintettel arra, hogy a civil szektor az, amely élen jár a fejlesztésekben, illetve amely a technológiai és tudástranzfer segítségével teljes mértékben támogatja és ellátja a katonai szektort a szükséges szellemi, valamint technikai erőforrásokkal. 2022-ben, két évvel az űrparancsnokság létrehozása után a CNES biztosítja a technikai szakértelmet, de annak egy részét, különösen a műholdakat érintő műveletekkel kapcsolatban, átadja a CDE-nek.<sup>65</sup> A fegyveres erők minisztériuma egyértelműen abban reménykedik, hogy ki tudja használni a polgári űripar dinamizmusát annak érdekében, hogy ezáltal gyorsabban fejleszthesse a modern képességeit. Ezért a kereskedelmi szolgáltatókkal, például a WeTrackkel és a Geotrackerrel kötött szerződések is kritikusak, mivel hatékonyságot és rugalmasságot biztosítanak az állami kapacitások kiegészítéséért. A civil-katonai együttműködést mutatja a CDE és a CNES által felállított LISA<sup>66</sup> űrinnovációs labor is, amely azonosítja és támogatja a minisztérium számára érdekes projekteket, származzanak azok a hagyományos űrgyártóktól vagy az új űrvállalatoktól. Fut továbbá a MIL-IoT katonai összekapcsolt objektumok projekt is, az ellenfél manővereit szimuláló ExoOps, és a Nemesis a nagy teljesítményű számítástechnikát illetően az űrbeli vezetés-irányítással (C2) kapcsolatban. Ugyanakkor a francia katonai képességeket előállító, karbantartó és fejlesztő Védelmi Ipari és Technológiai Bázist (BITD)<sup>67</sup> önálló védelmi képességnek kell tekinteni. Ennek részeként a francia repülési és űr-BITD kifejezetten gazdag, és nem korlátozódik a nagyvállalatokra, ha-

<sup>63</sup> Statement from General Adam, Space Commander, [https://air.defense.gouv.fr/sites/default/files/public/2023-02/AsterX\\_2023-ENGLISH.pdf](https://air.defense.gouv.fr/sites/default/files/public/2023-02/AsterX_2023-ENGLISH.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 08. 22.)

<sup>64</sup> French Space exercise AsterX builds on realistic scenario and integration. 2023. március 9., <https://defence-industry.eu/french-space-exercise-asterx-builds-on-realistic-scenario-and-integration/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 22.)

<sup>65</sup> ASTERX 2022: France's annual military space exercise 2022. 2022. március 6., <https://satelliteobservation.net/2022/03/06/asterx-22-frances-annual-military-space-exercise/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 04.)

<sup>66</sup> Laboratoire d'innovation spatiale des armées - LISA, Fegyveres Erők űrinnovációs Laboratóriuma.

<sup>67</sup> Base industrielle et technologique de défense - BITD.

nem kis- és középvállalatokból áll, és állandó innovációs forrásokat jelent. Erre a jövőben bizonyosan sikeresen építhet Franciaország.<sup>68</sup>

## A polgári struktúra és a CNES

A nemzetpolitika végrehajtása a polgári területen a miniszterelnök feladata. A miniszterelnök a Védelmi és Nemzetbiztonsági Főtitkárságra (SGDSN)<sup>69</sup> támaszkodik, amely koordinálja a nemzetbiztonsági stratégiát támogató intézkedések előkészítését és biztosítja azok végrehajtását. A nemzeti érdekeket sértő veszélyek elemzése alapján az SGDSN felelős az állami válasz megtervezéséért. Tevékenysége hosszú távú biztonsági intézkedések formájában valósul meg a rosszindulatú cselekmények megelőzése és a támadásokra legrövidebb időn belüli adható reakálás érdekében.<sup>70</sup>

A polgári úrstruktúra központi elemét a Nemzeti Űrkutatási Központ, a CNES alkotja, amely Európa legnagyobb és legfontosabb ilyen jellegű nemzeti szervezete. A francia kormány párizsi székhelyű űrügynöksége, amelyet még 1961-ben de Gaulle elnöksége alatt állítottak fel, a francia Védelmi és Kutatási Minisztérium felügyelete alatt áll. Alapvetően a Toulouse-i Űrközpontból és a Guyanai Űrközpontból<sup>71</sup> üzemel, de más országok által üzemeltetett űrközpontokból is indít űreszközöket. A Toulouse-i Űrközpont (CST)<sup>72</sup> a CNES kutatási és fejlesztési központja. 1968 szeptemberében alapították, és Toulouse Ranguel–Lespinet kerületében található, az Occitanie régió Haute-Garonne megyéjében. Az itt dolgozó több mint 1700 alkalmazott ellátja a legtöbb olyan műveletet, amelyért a CNES felel, kivéve a hordozórakétákkal és az azok indításával kapcsolatos feladatokat.

A CNES működését tekintve öt nagy területre fókuszál: az űrhöz való hozzáférésre, az űr civil alkalmazásaira, a fenntartható fejlődésre,<sup>73</sup> a tudományos és technológiai kutatásra, valamint a biztonsági-védelmi kérdésekre. A központ a tudományos és műszaki feladatok mellett ellát katonai feladatokat is,

<sup>68</sup> Joël Barre: La BITD aérospatiale en France: une capacité de défense stratégique aux forts enjeux. In: L'Air et l'Espace. Enjeux de Souveraineté et de Liberté d'Action de la France. Les Cashiers de la Revue Défense National, 2019. 13-16., <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=82&cidcahier=1182> (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>69</sup> Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale – SGDSN.

<sup>70</sup> Christophe Michel: L'action de l'État dans l'air. In: L'Air et l'Espace. Enjeux de Souveraineté et de Liberté d'Action de la France. Les Cashiers de la Revue Défense National, 2019, 74-78., <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=90&cidcahier=1182> (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>71</sup> Részletesebben lásd a tanulmány A kezdetek című fejezetében.

<sup>72</sup> Centre spatial de Toulouse – CST.

<sup>73</sup> Például az üvegházhatást okozó gázok kibocsátása terén a CRES 2014 és 2019 között 48%-os csökkentést ért el. Továbbá az alkalmazottak 38%-a nő, akik fizetése a férfiakétól csak 0-3%-ban tér el negatív irányban, ellentétben az országos átlag 18%-kal. Lásd CNESMAG 88 – Key figures 2010, <https://cnes.fr/fr/media/iscnesmag88ukchiffresjpg> (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)



és a civil-katonai kettősséget jól mutatja az is, hogy a felsőoktatási minisztérium és a fegyveres erők kettős felügyelete alatt áll.<sup>74</sup> Jelenleg is számos projektben működik együtt más ügynökségekkel, beleértve az olyan úrteljeszkópokat, mint az *INTERNational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory*,<sup>75</sup> az *XMM-Newton*<sup>76</sup> és a *COROT*,<sup>77</sup> valamint az olyan űrszondákat, mint a *Mars Express*, a *Venus Express*, a *Cassini-Huygens* és a *Rosetta*. A CNES együttműködött a NASA-val is olyan küldetéseken, mint a *PARASOL* Föld-megfigyelő műhold<sup>78</sup> és a *CALIPSO* környezeti és időjárás műhold.<sup>79</sup> A már említett francia-indiai együttműködés egyik legsikeresebb eleme a 2011 októberében útjára indított Megha-Tropiques misszió, amelynek célja a víz körforgásának és az éghajlatváltozás hatásainak tanulmányozása volt. Bár 2022 áprilisában (műszaki problémák miatt) véget ért, a folytatását már most tervezik: a Trishna<sup>80</sup> misszió célja a földfelszín hőmérsékletének tanulmányozása lesz.<sup>81</sup>

## A katonai struktúra és az Űrparancsnokság (CDE)

Az űrkapacitások ma már elengedhetetlenek a politikai döntéshozatalban, a célzáshoz/célfelderítésben, az operatív tervezésben és végrehajtásban. A hadműveletek űrtámogatása ezért a meteorológián és a földrajzon kívül kiterjed a hírszerzésre, a célzásra, a kommunikációra, a helymeghatározásra és a navigációra is.<sup>82</sup> Ebben a komplex rendszerben kell Franciaországnak kialakítani az új katonai struktúrákat.

A katonai űrszervezeti rendszer feje az Űrparancsnokság (CDE).<sup>83</sup> Emmanuel Macron francia elnök 2019. július 13-án jelentette be az új parancsnokság létrehozását, amit azzal indokolt, hogy az űr „igazi nemzetbiztonsági kérdés-

<sup>74</sup> Azarian: i. m. 5.

<sup>75</sup> Integral operations. ESA, [https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Operations/Integral\\_operations](https://www.esa.int/Enabling_Support/Operations/Integral_operations) (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>76</sup> XMM-Newton Factsheet. ESA, [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/XMM-Newton\\_factsheet](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/XMM-Newton_factsheet) (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>77</sup> CoRoT, le détecteur d'exoplanète, en phase d'essais. ESA, [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/France/CoRoT\\_le\\_detecteur\\_d\\_exoplanetes\\_en\\_phase\\_d\\_essais](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/France/CoRoT_le_detecteur_d_exoplanetes_en_phase_d_essais) (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>78</sup> PARASOL of CNES Myriade Series, <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/p/parasol> (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>79</sup> CALIPSO. NASA, <http://www-calipso.larc.nasa.gov/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>80</sup> Thermal infraRed Imaging Satellite for High-resolution Natural Resource Assessment - Trishna.

<sup>81</sup> Chetham Kumar: After over 10 years, it's end of mission for Indo-French sat Megha-Tropique. 2022. április 7., <https://timesofindia.indiatimes.com/home/science/after-over-10-years-its-end-of-mission-for-indo-french-sat-megha-tropiques/articleshow/90711253.cms> (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>82</sup> Michel Friedling: L'Espace: un enjeu stratégique et un nouveau champ de confrontation militaire. In: *L'Air et l'Espace. Enjeux de Souveraineté et de Liberté d'Action de la France. Les Cashiers de la Revue Défense Nationale*, 2019, 67-73., <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?article=88&cidcahier=1182> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>83</sup> Commandement de l'Espace - CDE.



sé" vált az Egyesült Államok, India, Kína és Oroszország megnövekedett kiadásai és érdeklődése miatt.<sup>84</sup> Az Űrparancsnokságot a francia légierőn belül állították fel 2019. szeptember 3-án azzal a céllal, hogy majd a „Légi és Űrhadsereg” központjává váljon. Székhelye Toulouse, a francia repülőgépipar jelenlegi központja. A CDE, amely közvetlenül a vezérkari főnöknek van alárendelve, speciális parancsnokság, mivel egyszerre irányítja a képzést és a műveleteket. Ennek oka, hogy méretét tekintve nagyon kicsi, így nem volna értelme kettéválasztani. Különlegessége ezért, hogy funkcionális utasításait a fegyveres erők vezérkari főnökétől kapja a hadműveletekre és a katonai űrpolitikára, azaz különösen a stratégiára, az együttműködésre és a képességekre vonatkozóan, míg a légi és űrhaderőnemi vezérkar főnöke a szervezeti kérdéseket illetően tölti be a parancsnoki szerepet.<sup>85</sup> A CDE a tervek szerint összesen 500 alkalmazottat foglalkoztat majd, akikhez további 100 fő nem állandó alkalmazott csatlakozik. Ezzel párhuzamosan a mintegy 11 500 m<sup>2</sup> alapterületű, több épületből álló épületegyüttes ad otthont majd egy NATO Kiválósági Központnak<sup>86</sup> is, amely különálló szervezetként kezdetben 14 nemzet által delegált 70 állandó és 100 nem állandó alkalmazottat fog foglalkoztatni. A mintegy 60 millió euró értékű beruházásnak 2025 szeptemberéig kell elkészülnie.<sup>87</sup> A műveleti központ többféle tevékenységnek ad majd otthont: felsőfokú tevékenységeknek (adminisztratív, operatív támogatás, kutatás-fejlesztés, menedzsment), operatív tevékenységeknek (amelyek érintik az űrmanővereket, de a helyszín biztonságának garantálását is), valamint a CDE és a NATO partnerhadseregei által biztosított űrműveletekkel kapcsolatos képzési tevékenységeknek.<sup>88</sup>

Az Űrparancsnokság célja, hogy biztosítsa Franciaország űrhöz való hozzáférését és cselekvési szabadságát az űrben. Célkitűzései három fő pillérré épülnek:<sup>89</sup>

1. Az űr műveleti támogatásának erősítése. Ide azok a képességek tartoznak, amelyeket az űreszközök biztosítanak a földi működéshez. Ez a folyamat jelenleg már zajlik, a következő években pedig a műholdprogramok

<sup>84</sup> France's Macron announces creation of space force command 2019. 2019. július 13., <https://www.dw.com/en/frances-macron-announces-creation-of-space-force-command/a-49581694> (A letöltés ideje: 2022. 05. 09.)

<sup>85</sup> Michel Friedling: Quelle stratégie spatiale pour la France? 2021. március 16., <https://www.arenion24.news/2021/03/16/quelle-strategie-spatiale-pour-la-france%e2%80%89/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>86</sup> Center of Excellence.

<sup>87</sup> Philippe Chapleau: À Toulouse, un complexe tertiaire au profit du Commandement de l'Espace et du NATO Space Center of Excellence. 2022. január 4., <http://lignesdedefense.blogs.ouest-france.fr/archive/2022/01/04/construction-d-un-complexe-tertiaire-au-profit-du-commandement-22693.html> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>88</sup> Uo.

<sup>89</sup> French military space strategy. 2020. március 18., <https://satelliteobservation.net/2020/03/18/french-military-space-strategy/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)



új generációja válik működőképpé, ami egyben elmozdulást is jelenthet. Eddig ugyanis főként a politikai hatóságok és a fegyveres erők legmagasabb szintjein, kizárólag stratégiai célokra használták az űrkapacitásokat, a jövőben viszont a fegyveres erők (és más katonai szolgálatok) sokkal szélesebb körben fogják azokat hadműveleti célokra használni egészen a taktikai szintig.

- Egyrészt *CSO*<sup>90</sup> optikai Föld-megfigyelő műholdak váltják le az elöregedő *Helios II* műholdakat. A katonai megfigyelésnek szentelt *CSO* három, különböző magasságban poláris pályán elhelyezett műhold konstellációja. A felderítő küldetést két műhold teljesíti 800 km-es magasságban (ezeket már pályára állították).<sup>91</sup> A harmadik – részben Németország által fizetett és üzemeltetett – műhold 480 km-es magasságban végrehajtott megfigyeléseit pedig a legmagasabb szintű felbontás, képminőség és elemzési pontosság előnyei jellemzik majd, bár várhatóan csak később, mivel a műholdat a tervek szerint Francia Guyanából egy Szojuz rakétával indították volna, ami a jelenleg is zajló orosz-ukrán háború miatt már nem lehetséges. Ez a várhatóan hamarosan teljesen üzembe helyezett rendszer továbbra is fenn fogja tartani az optikai képekhez való szuverén hozzáférést tiszta nappali vagy éjszakai időben, páratlan szenzorteljesítménnyel és adatgyűjtési kapacitással.<sup>92</sup>
- Másrészt az *ELISA* rendszer felderítőműholdjainak helyét átveszi a *CÉRES*<sup>93</sup> három azonos mikroműholdból álló jelfelderítő rendszere, ami forradalmi változást jelent a francia elektronikus hírszerzési képességekben.<sup>94</sup> A *CÉRES* az ezen a területen már bevezetett nem térbeli képességek mellett operatív térfigyelő képességet is biztosít a fegyveres erők számára, mivel szinte az egész világon érzékeli és megkeresi a radar- vagy távközlési adók széles skáláját. Az összegyűjtött adatok elemzése olyan területekről ad tájékoztatást, amelyek ma még szinte vakok vagyunk, és a rendszer adatokat biztosít a stratégiai, műveleti és taktikai szinten egyaránt. Az ilyen képességek

<sup>90</sup> Composant spatial optique – CSO.

<sup>91</sup> Az elsőt 2018 decemberében, a másodikat 2020. december 29-én indították útjára a kouroui Guyana űrközpontból.

<sup>92</sup> Friedling: *L'Espace: un enjeu stratégique...* i. m.

<sup>93</sup> Capacité d'écoute et de renseignement électromagnétique spatiale – *CÉRES*, lehallgatási és térbeli elektromágneses hírszerző képesség.

<sup>94</sup> A program becsült értéke 400 és 450 millió euró közé esik, a projekt ipari megvalósítását az Airbus Defense & Space, a Thales Systems Aéroportés és a Thales Alenia Space biztosította. Lásd Maxence Bussiere: *Avec ces satellites espions, la France fait un bond en avant*. 2021. november 16., [https://www.huffingtonpost.fr/entry/satellites-espions-la-france-fait-un-bond-en-avant\\_fr\\_618e7e1ce4b06c5987c6f0df](https://www.huffingtonpost.fr/entry/satellites-espions-la-france-fait-un-bond-en-avant_fr_618e7e1ce4b06c5987c6f0df) (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

ritkasága és a *CÉRES*-rendszer<sup>95</sup> várható teljesítménye az értékelési autonómia növelésével valódi előnyt jelent majd a francia haderő és általában Franciaország számára.<sup>96</sup> 2021 novemberében a *CÉRES* műholdak felbocsátásával Franciaország bekerült az elektromágneses adatokat az űrből gyűjteni képes országok exkluzív klubjába.<sup>97</sup>

- A jelenlegi *Syracuse III* kommunikációs műholdakat két másik váltja fel, a *Syracuse 4A* és *4B* (a *Syracuse 4C* később jelenik meg). A *4A*-t már olyan eszközökkel szerelik fel, amelyekkel felügyeli a közeli környezetet, továbbá képes mozogni, hogy elkerülje a támadást, és védett a nukleáris robbanásból eredő elektromágneses impulzusokkal szemben is. A *Syracuse*-program összesen mintegy 4 milliárd eurós beruházást jelent. Franciaországnak a tervek szerint 400 olyan állomása lesz, amelyek képesek kommunikálni földről, repülőgépről, hajóról vagy tengeralattjáróról egyaránt.<sup>98</sup> Az első *4A* típusú műholdat 2021. október 23-án juttatták az űrbe, néhány héttel azután, hogy Ausztrália felmondta a francia tengeralattjárókra kötött szerződését (az amerikai tengeralattjárók javára), gyengítve ezzel a francia hatalmat az indiai-csendes-óceáni térségben. Az új képesség javíthatja az ország presztízsét.<sup>99</sup>

2. Világűr-megfigyelés, a telepített eszközök felügyelete (SSA).<sup>100</sup> A világűr megfigyelése és az űrhelyzet ismeretének elsajátítása előfeltétele az űrkörnyezet bármilyen kiaknázásának és különösen a katonai műveletek lebonyolításának – akár az űrben, akár más térben –, valamint a katonai űrpolitika megvalósításának, ezért a három pillér közül itt kell a legtöbb erőfeszítést tenni a következő tíz évben. Mára az űrbeli helyzet ismerete a szuverenitás gyakorlásának feltételévé vált, ezért mind az ütközések kockázatának ellenőrzése, mind az esetleges ellenséges műholdmanőverek felmérése érdekében az SSA vált a legjelentősebb űrhatalmak egyik prioritásává.<sup>101</sup> A cél az, hogy Franciaország képes legyen figyelni

<sup>95</sup> Bár a legújabb képességekről van szó, a CSO és a CERES felváltására kiírt IRIS és CELESTE programok előkészítési munkálatai már meg is kezdődtek.

<sup>96</sup> Friedling: *L'Espace: un enjeu stratégique...* i. m.

<sup>97</sup> Armées: comment la France muscle son arsenal spatial.

<sup>98</sup> Deni Souilla: Vidéo - Ariane 5: La France lance un satellite militaire dernière génération dans l'espace. 2021. október 24., <https://www.francebleu.fr/infos/sante-sciences/video-ariane-5-la-france-lance-un-satellite-militaire-derniere-generation-dans-l-espace-1635066970> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>99</sup> Espace: la France a lancé un satellite militaire dernière génération. 2021. október 24., <https://www.leparisien.fr/sciences/espace-la-france-a-lance-un-satellite-militaire-derniere-generation-24-10-2021-NC5MA27NL5GZNH2BB5RP75NCA.php> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>100</sup> Space Situational Awareness – SSA.

<sup>101</sup> Xavier Pasco: Quelques enjeux pour l'Espace de défense de demain. In: *L'Air et l'Espace. Enjeu de Souveraineté et de Liberté d'Action de la France*. Les Cashiers de la Revue Défense National,



az összes pályát, észlelni és egymástól elkülöníthető módon azonosítani az objektumokat. Az objektumok nagy és növekvő száma miatt az információgyűjtést és -elemzést automatizálni kell. Franciaország független kíván maradni ezen a területen, de nyitott az együttműködésre saját képességeinek bővítése érdekében.

3. Aktív védekezés az űrben. Ez a harmadik és egyben legvitatottabb pillér, amely azt jelenti, hogy olyan műveleteket kell végrehajtani, amelyek megakadályozzák az űrkapacitások elleni agressziót, és szükség esetén megvédik azokat. A cél: cselekedni a „nem agresszív” űrhasználat tiszteletben tartása mellett. Így az aktív védelmi képesség részeként Franciaország kis testörműholdak indítását és űrben való elhelyezését tervezi geostacionárius eszközei köré, hogy azok észleljék és megakadályozzák az ellenük irányuló ellenséges közeledéseket.<sup>102</sup>

A fenti három pillér négyféle űrrel kapcsolatos katonai műveletre oszlik: (1) az űrszolgáltatások támogatása (pl. indítás, műhold üzembe helyezése stb.), a földi műveletekhez nyújtott űrtámogatás, amely az első pillért támogatja, (2) az űrhelyzeti tudatosság, amely a második pillért támogatja és (3) az aktív űrvédelem, amely a harmadik pillért támogatja. Ahhoz, hogy ezeket a műveleteket végre lehessen hajtani, a parancsnokság felépítése mellett szükséges (4) a személyi állomány biztosítása és képzése is.<sup>103</sup> Mindez pedig megfelelő anyagi fedezet nélkül elképzelhetetlen volna, ezért a 2019 és 2025 közötti időszakra vonatkozó katonai tervezési törvény 3,6 milliárd eurót biztosít az űrbiztonsággal összefüggő kérdésekre, főként a műholdas programok új generációjának fejlesztésére. Florence Parly volt védelmi miniszter további 700 millió eurót jelentett be az űrhelyzeti tudatosság és az aktív védelem előkészítő munkájának finanszírozására.<sup>104</sup> A tervek között szerepel a TAROT teleszkópok hálózatának fejlesztése és a GRAVES térfigyelő radar korszerűsítése. Ehhez azonban a katonai tervezési törvényt módosítani kell, ami heves vitákat váltott ki a minisztériumban arról, hogy melyik parancsnokságtól vonják meg a pénzt és a személyzetet az űrkapacitások további növelése érdekében. Annyi viszont bizonyos, hogy már elindult az ún. Űrbéli cselekvés és rugalmasság (ARES)<sup>105</sup> elnevezésű átfogó program, amely egyesíti az űrtu-

---

2019., 147-154., <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=100&cidcahier=1182> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>102</sup> France's new space defense strategy. 2019. július 27., <https://satelliteobservation.net/2019/07/27/frances-new-space-defense-strategy/> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>103</sup> Jelenleg mintegy 220 főt számlál a parancsnokság személyi állománya. A tervek szerint a 2025-re 500 főre bővülő állomány 90%-át Toulouse-ban, 10%-át pedig Párizsban helyezik el.

<sup>104</sup> Spatial militaire: Paris va investir 700 millions d'euros supplémentaires d'ici 2025. 2019. július 25., <https://www.lefigaro.fr/international/spatial-militaire-paris-va-investir-700-millions-d-euros-supplementaires-d-ici-2025-20190725> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>105</sup> Action et résilience spatiale - ARES.

datosságot, az aktív és passzív űrvédelmet, valamint a vezetés-irányítási (C2) eszközöket. Az ütemterv szerint az első fázis a Yoda rendszerbe állításával 2025-ben lezárul, míg a teljes működési kapacitást 2030-ra éri el.<sup>106</sup>

Kijelenthetjük tehát, hogy Franciaország példátlan katonai fordulatot tesz napjainkban. Ehhez azonban hozzá kell igazítani a jogszabályi környezetet is, mivel az új eszközök számára előírt bizonyos műveletek összeegyeztethetetlenek a működésre vonatkozó jogszabályi rendelkezésekkel. Ennek érdekében 2022. február 23-án módosították az űrműveletekről szóló francia törvényt.<sup>107</sup> A 2008-ban bevezetett törvény – amely kodifikálja a műholdak üzemeltetőinek tevékenységét és kötelezettségeiket – módosítása értelmében az általában alkalmazandó szabályokat figyelmen kívül lehet hagyni, ha az ország védelme forog kockán; az űrbe telepített szolgáltatások és a kereskedelmi műholdak irányítását vészhelyzet esetén az állam átveheti a tulajdonos engedélye nélkül is. Ekkor az állam felel a műhold működéséből eredő károkért. Ha a tulajdonos megtagadja az együttműködést, akár öt év börtönbüntetéssel is sújtható. Ez az új rendelkezés lehetővé teszi a CDE integrált űrműveleteit (azaz a más haderőnemekkel való tervezett és intenzív együttműködést), amelyekre építve további támogatást tud nyújtani a földi műveletekhez megfigyelő vagy kommunikációs műholdak segítségével, illetve a műholdak irányításának közvetlen átvételével és védekező vagy támadó pozícióba helyezésével az űrben végzett műveletek során.<sup>108</sup>

## Merre tovább?

Kijelenthető, hogy az űr erőteljesen militarizálódik, és a nagyhatalmak közötti verseny mindinkább kiéleződik. 2020 júliusában az amerikai űrpáncsnokság azzal vádolta meg Moszkvát, hogy „nem roncsolásos tesztet hajtott végre műholdellenes fegyverrel az űrből”.<sup>109</sup> Néhány évvel korábban, 2017-ben az orosz *Louch-Olympe* műhold már megpróbálta megközelíteni az *Athena-Fidus* francia-olasz katonai műholdat, és „azóta nyolc új műholdon hagyta ott névjegyet”.<sup>110</sup> Mostanra az államok megértették, hogy az űrhöz

<sup>106</sup> Friedling: Quelle stratégie spatiale pour la France? i. m.

<sup>107</sup> Ordonnance no. 2022-232 de 23 février 2022 relative à la protection des intérêts de la défense nationale dans la conduite des opérations spatiales et l'exploitation des données d'origine spatiale, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000045222114> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>108</sup> ASTERX 2022: France's annual military space exercise.

<sup>109</sup> La France envoie un satellite militaire dernière génération dans l'espace. 2021. október 24., <https://www.france24.com/fr/france/20211024-la-france-envoie-un-satellite-militaire-derniere-generation-dans-l-espace> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

<sup>110</sup> France details military "command of space" plans to protect satellites. 2019. július 25., <https://www.dw.com/en/france-details-military-command-of-space-plans-to-protect-satellites/a-49747318> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)



való független hozzáférés minden más ürtevékenység előfeltétele. Ezért ezzel a megnövekedett versennyel összefüggésben kell mérlegelni az európai hordozórakéta-ipar megőrzését és az európai űrrepülőter fenntartását is, amelyek mind Franciaországhoz köthetők.

Az éllovas hatalmak között mindenképpen ott van az Egyesült Államok, amelynek űrgazdasága 2040-re 1000–3000 milliárd dollárt fog kitenni (szemben a 2020-as 400 milliárddal), és eközben olyan új piaci szegmensek jelennek meg, mint az űrturizmus, a robotika, az orbitális szolgáltatások, az űrszemét-eltávolítás és az égitestek ásványkincseinek kiaknázása.<sup>111</sup>

A CDE képviselőjében Rigal ezredes egy 2020-as beszédében kifejtette azt az elképzelését, miszerint az ürtevékenység alapvetően három korszakra tagolható. Az első a jelenlegi *New Space*, amit ő az amerikai Reagan-kormányzatig és a Stratégiai Védelmi Kezdeményezés (SDI) meghirdetéséig vezet vissza. Az SDI lényege egy űralapú ballisztikus rakétapajzs megépítése volt az Egyesült Államok védelmére. Az ellenzői körében „csillagháborús tervnek” nevezett projekt arra készítette az USA-t, hogy az olcsó világűrbe jutáson gondolkodjon a rengeteg műhold tervezett űrbe juttatása miatt, s ezt a gondolatmenetet a következő amerikai kormányok is átvették. Rigal ezredes szerint a fejlődéshez igazodva a *Next Space* névre keresztelt második fázisban a legfontosabb technológiai változásokat az elosztott architektúrák elterjedése jelenti, majd a (közel)jövőben várható egy harmadik fázis, a *Power Space*, amelyben már felhasználnák az új űrbeli energiaforrásokat is (mint például a hélium-3 Holdon történő bányászata), valamint új indítási és meghajtási technológiákat fognak alkalmazni.<sup>112</sup> A jelenkorban a koncepció részeként olyan tendenciák figyelhetők meg, mint a számos új szereplő belépése az űrpiacra (akár kívülről is), ehhez kapcsolódva a jelentős számú és diversifikált magánbefektetés, az állami szereplők támogató szerepe, az innovatív ipari megközelítések alkalmazása, különösen a gyártási folyamatok szintjén (pl. tömegtermelés, műholdak szabványosítása) vagy az iparág vertikális kialakítása (pl. egy vállalat építi az általa üzemeltetett műholdakat) és új piacok létrehozása új alkalmazások révén.<sup>113</sup>

Franciaország minden bizonnyal továbbra is aktív szereplője lesz az űrbéli viszonyok formálásának, bár némiképp speciális fókusszal. A francia Fegyveres Erők Minisztériumát ugyanis csak a közeli űr érdekli, egészen a geostacionárius pályáig, mivel a távolabbi pályáknak nincs katonai relevanciája. A kiaknázásuk így – minthogy nem része a katonai űrstratégiának – a polgári űrügynökség feladata marad. Ezzel szemben más államok esetében – ahol

<sup>111</sup> Friedling L’Espace: un enjeu stratégique. i. m.

<sup>112</sup> French military space strategy.

<sup>113</sup> Les enjeux stratégiques de l’Espace. Les carnets du temps – Trimestriel d’information culturelle de l’aviateur. Ministère des Armées, Hors-série 2020, 20., <https://www.frstrategie.org/sites/default/files/documents/publications/autres/2021/CdT%20HS%20Espace.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 05. 10.)

egyetlen nemzeti űrstratégiát fogadtak el – a világűrben rejlő lehetőségek teljes körű kiaknázásának nagy szerepe van. Kína és Japán például már a harmadik fázis előszobájában vannak, hiszen tervezik a fúziós reaktorok Holdról származó hélium 3-mal való energiaellátását.<sup>114</sup>

Ma két egymással versengő megközelítés áll egymással szemben.<sup>115</sup> Az Oroszország által, Kína támogatásával alkalmazott megközelítés az „űrbeli fegyverek” betiltására törekszik, még akkor is, ha az említett országok világűrbeli tevékenysége nem feltétlenül ezt tükrözi, és nem haboznak a dezinformáció eszközéhez nyúlni ezen a fronton is. Ezzel szemben az államok többsége – élükön a nyugati hatalmakkal – a világűrbeli destabilizáló akciókkal szembeni felelős magatartás meghatározását sürgeti, miközben az űr megfigyelésére, az űreszközök felügyeletére, a védelmi képességekre és az együttműködésre összpontosítanak, hogy szükség esetén együtt tudjanak fellépni. Ez utóbbi megközelítés híve Franciaország is, amely néhány év alatt vált jelentős katonai űrhatalommá, bár az évi kétmilliárd dolláros katonai és polgári űrberuházásával jelenleg még messze elmarad az Egyesült Államok (50 milliárd), Kína (10 milliárd) és Oroszország (négy milliárd) mögött.<sup>116</sup> Még nem dőlt el, hogy melyik tábor lesz majd a hangadó, hiszen az űrbiztonság nem választható el az egyéb közös terek és biztonsági szektorok alakulásától. Míg a „keleti tábort” egyértelműen India erősít(het)i, amely 2019 márciusában rakétával már lelőtt egy műholdat, addig a „nyugati tábort” az Egyesült Királyság, ahol a Brit Űrparancsnokság létrehozását Boris Johnson akkori brit miniszterelnök már 2020 végén bejelentette. Ebben az új „űr-világrendben” Franciaországnak is megfelelően kell pozicionálnia magát úgy, hogy közben megvalósíthassa a stratégiai autonómia realpolitikáját az űrbiztonság és -védelem területén.

<sup>114</sup> Uo.

<sup>115</sup> Friedling: *Quelle stratégie spatiale pour la France?* i. m.

<sup>116</sup> *Armées: comment la France muscle son arsenal spatial.*

# Izrael űrpolitikája és az űrerők

Rémai Dániel<sup>1</sup>

„Az űr egy híd a nemzetek között.”<sup>2</sup>

Simón Peresz

Daniel Weihs,<sup>3</sup> az izraeli Nemzeti Űrkutatási Bizottság<sup>4</sup> elnöke 2006. évi összefoglalójában úgy fogalmazott, hogy „Izrael, mint kis ország, korlátozott földterülettel, természeti és pénzügyi erőforrásokkal rendelkezik, ugyanakkor meglepően sok erőfeszítést fektetett az űrkutatásba és az űrrel kapcsolatos fejlesztésekbe.”<sup>5</sup> Weihs állítása rávilágít arra az alapvető kérdésre, amire a következő oldalakon választ keresünk: a szűkösség számos formája ellenére miért prioritás Izrael Állam számára az űrtevékenység jelentős mértékű, folyamatos fejlesztése?

Izrael, mint startup-nemzet, az elmúlt évtizedekben számos területen bizonyította a technológiai innovációk és a kutatás-fejlesztés fontosságát és előnyeit.<sup>6</sup> Az 1980-as évek eleje óta hihetetlen erőforrásokat fektetett a nemzeti űrkutatási projektek fejlesztésébe, aminek köszönhetően napjainkra az űrtevékenységek számos területén a világ vezető nemzetének egyike lett. Az űrtevékenységgel kapcsolatos fejlesztései közel négy évtizedének vizsgálata számos kérdést felvet. A hagyományos definíció szerint regionális középhatalomnak tekinthető Izrael miért tekint prioritásként a világűrre?<sup>7</sup> Honnan és miért indult el az izraeli űrprogram? Melyek voltak azok a biztonsági, politikai, társadalmi tényezők, amelyek előremozdították a fejlődést? Melyek voltak azok a fordulóponatok és determináló tényezők, amelyek meghatározták az izraeli űrprogram fejlődésének történetét? Milyen módon alakították ki és reformálták meg az intézményi struktúrát? Hol helyezkedik el Izrael Állam az űr felhasználásában érdekelt nemzetek sorában? Hová vezetnek az izraeli űrprogram következő évtizedei?

<sup>1</sup> Rémai Dániel doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Rendészettudományi Kar. E-mail: remai.daniel@uni-nke.hu.

<sup>2</sup> ISA - International Cooperations, <https://www.space.gov.il/en/node/1569> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>3</sup> Daniel Weihs, <https://aerospace.technion.ac.il/person/weihs-daniel/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.) Weihs az Izraeli Nemzeti Űrkutatási Bizottság elnöke volt 2006–2015 között.

<sup>4</sup> Israel National Committee for Space Research - NCSR.

<sup>5</sup> Space Research in Israel 2006/2007 Annual Report to COSPAR. Submitted by: The Israel National Committee for Space Research Israel Academy of Sciences and Humanities, <https://web.archive.org/web/20131217033909/http://www.academy.ac.il/data/about/3/COSPAR-Rep-2006.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>6</sup> Dan Senor - Saul Singer: Start-up nation. Twelew, New York, 2009.

<sup>7</sup> CIA World Factbook - Israel, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/is.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



A felsorolt kérdések vizsgálata mentén kívánjuk bemutatni Izrael Állam világhúrhez fűződő kapcsolatát: az ürtevékenység fejlesztése mögött álló biztonsági tényezőket, a történeti fejlődést, az intézményrendszer komplexitását és kooperációját, a megvalósított technikai innovációkat és az elért eredményeket, amelyek együttesen vezettek el oda, hogy az elmúlt évtizedekben Izrael a globális úrközösség egyik feltörekvő és elfogadott tagjává vált.

## Az izraeli biztonsági helyzet és a világúr kapcsolata

Hosszasan fejtegethetnénk az izraeli biztonsági környezet változását a modern korban, de jelen tanulmány keretei között talán elegendő annyit kiemelni, hogy már a 20. század első felében a Palesztin Mandátum területén élő zsidó közösség életét is napi szinten határozta meg a kockázatok, kihívások és a fenyegetettségek folyamatosan változó és alakuló forrása. Ez a források a későbbiekben sem enyhült, sőt, Izrael Állam 20. századi történelme bizonyos szempontból az állandóan változó biztonsági környezetre adott reakciók folyamataként rajzolható fel.<sup>8</sup> Az állam politikai és katonai vezetése igyekezett minél hatékonyabban és előrelátóbban választ találni az eljövendő kihívásokra. Ahogy Simón Peresz izraeli politikus fogalmazott: „Nem elég naprakésznek lenni. Fel kell készülni a holnapra.”<sup>9</sup>

Izrael Államot alapvető társadalmi, gazdasági, vallási, etnikai, világnézeti és gondolkodásmódbeli különbségek választják el a régió többi államától.<sup>10</sup> „A kép valóban összetett. [...] Elválasztja a Közel-Kelet országait a társadalmi fejlődés választott útja – ebben a vonatkozásban nemcsak a »tiszta« képletek jelentkeznek, hanem sok-sok átmeneti formáció, árnyalat létezik.”<sup>11</sup> Izraelben a mai napig a fő rendezőelvek között találjuk meg a permanens fenyegetettségérzetet, valamint ebből fakadóan a biztonság iránti erőteljes vágyat.

Izrael Állam változatos földrajzi adottságokkal rendelkező ország, amelynek szélessége alig haladja meg a 115 km-t, ezért hadászati szempontból kiemelt jelentősége van a stratégiai mélység hiányának. Ez az adottság 1948

<sup>8</sup> Rémai Dániel: Izraeli biztonság- és védelempolitika és az izraeli hadsereg 1948 és 1956 között. A térség geopolitikai tényezőinek hatása a modern izraeli hadsereg kialakulására és jellemzőire. Diplomamunka, NKE, 2014.

<sup>9</sup> Shimon Peres: No Room for Small Dreams: Courage, Imagination, and the Making of Modern Israel. Custom House, h. n., 2017.

<sup>10</sup> Rémai Dániel: Biztonsági kihívások hálójában, avagy az Izraeli Védelmi Erők esete az aszimmetrikus hadviseléssel. Honvédségi Szemle, 148(6), 2020, 16–32.

<sup>11</sup> Oszetzky Tamás: Arab-izraeli háborúk 1948–1982. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1984. 5.



óta alapjaiban határozza meg az izraeli védelmi tervezést.<sup>12</sup> Folyamatosan kiemelt stratégiai kérdés volt, hogy milyen módszerekkel lehet csökkenteni a stratégiai mélység hiányából eredő kitettséget. A védelmi képességek és a haditechnikai fejlesztések mellett ezért kiemelt szerep jutott az előrejelző rendszerek és képességek fejlesztésének is. A természeti kincsekben is szűkös országban<sup>13</sup> a kutatás-fejlesztés (K+F) és a high-tech ipar támogatása a mai napig folyamatosan magas szintű és kiemelt nemzeti érdek<sup>14</sup>

## A kihívás

Az 1970-es évek végén kialakult biztonsági környezet és a biztonságra törekvés igénye volt az a katalizátor, amely erőteljes lendületet adott az izraeli űrprogramnak. Ahogy Paikowsky és Israel összefoglalóan írják: „1981-ben az izraeli űrprogramot pragmatikus megközelítésből hozták létre, amelynek célja a korai figyelmeztetés, az elrettentés és a fejlett technológiákkal való önellátás nemzetbiztonsági szükségleteinek kielégítése volt.”<sup>15</sup> A legfontosabb történelmi előzmények között találjuk egyrészt a jom kippuri háború hírszerzési fiaskját,<sup>16</sup> valamint az 1979. március 26-án Washingtonban aláírt egyiptomi-izraeli békemegállapodást.<sup>17</sup> A békeszerződés ellenére az izraeli fél nem látott garanciát arra vonatkozóan, hogy Egyiptom lemond korábbi Izrael-ellenes törekvéseiről, ezért a békeszerződés betartatása és ellenőrzése új védelmi képességek kialakítását indította el: még inkább előtérbe került a megfigyelés fontossága. Az izraeli vezetés egy része a felderítőműholdak rendszerének kiépítésében látta a megoldást, így a korábbi tudományos-kutatói állami ürtevékenység kiemelt nemzetbiztonsági jelentőségű területté alakult át.

<sup>12</sup> Israel – Size and Dimension, <https://embassies.gov.il/MFA/AboutIsrael/Maps/Pages/Israel-Size-and-Dimension.aspx> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>13</sup> Rémai Dániel: Made in Israel, avagy az Izraeli Védelmi Erők kitettsége az importfüggőségnek. *Katonai Logisztika*, 28(4), 76–103., <https://drive.google.com/file/d/18zkP0kDi8D1tEzL6A-7AZ1SE7xKzEylql/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>14</sup> Robert Ullian: *Frommer's EasyGuide to Israel [With Map]*. Frommermedia, 2014.

<sup>15</sup> Deganit Paikowsky – Isaac Israel – Tal Azul: Israel's perspectives on space security. 10.1007/978-1-4614-2029-3\_17. In: *The Handbook of Space Security*. (szerk. Schrogl et al.) 2017, 495., [https://www.researchgate.net/publication/281835258\\_Israel's\\_perspectives\\_on\\_space\\_security#:~:text=Abstract,in%20ways%20otherwise%20not%20possible\(Aletöltés ideje:2022.08.31.\)](https://www.researchgate.net/publication/281835258_Israel's_perspectives_on_space_security#:~:text=Abstract,in%20ways%20otherwise%20not%20possible(Aletöltés ideje:2022.08.31.))

<sup>16</sup> Avi Shlaim: Failures in National Intelligence Estimates: The Case of the Yom Kippur War. *World Politics*, 28(3), 1976, 348–380. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/2009975>, <https://www.jstor.org/stable/2009975> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>17</sup> Március 26.: aláírják az egyiptomi-izraeli békét (1979)., [https://helsinki.hu/esemeny/marcius\\_26\\_alairjak\\_az\\_egyiptomi\\_izraeli\\_beket/](https://helsinki.hu/esemeny/marcius_26_alairjak_az_egyiptomi_izraeli_beket/) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

Ben Gurion 1953-as, „Áttekintés” című dokumentuma elemzi és értékeli Izrael biztonsági helyzetét, és az ország biztonsági doktrínáját három alapvető pillérben foglalja össze: (1) az elrettentés, (2) a korai figyelmeztetés és (3) a határozott/elszóró győzelem.<sup>18</sup> „Izrael a nemzetbiztonsági szükségleteinek megfelelő prioritásokkal összhangban építette ki erejét az űrben”.<sup>19</sup> A megfelelően kialakított űrképesség elrettentő lehet az ellenség számára, erősíti Izrael nemzetközi helyzetét, lehetőséget biztosít a hírszerzés támogatására, valamint támogatja a hadműveletek végrehajtását. Ahogy Ido Nechushtan vezérőrnagy fogalmazott a 2010-es Ilan Ramon Űrkonferencián: „az űr olyan haderő-sokszorozó, amely a nemzet biztonsága szempontjából kulcsfontosságú stratégiai mélységet biztosít Izrael számára”.<sup>20</sup>

Az 1980-as években a biztonsági helyzet változása miatt született az a stratégiai döntés, hogy Izraelnek képesnek kell lennie műholdak és hordozórakéták önálló előállítására, karbantartására és vezérlésére. Az eredmények hatására, az elmúlt évtizedekben az űrben való jelenlét az izraeli katonai doktrína alapvető részévé vált. Ez alapvetően „a Revolution in Military Affairs (RMA) néven ismert amerikai katonai doktrínából eredeztethető.”<sup>21</sup> „Az űr fontos szerepet játszik [...] a felderítés, elrettentés, navigáció és irányítás, a kommunikáció [...], a vezetés és irányítás, a meteorológia és a média [területén].”<sup>22</sup>

Az izraeli űrprogramnak kiemelt elméleti és gyakorlati jelentősége van az ország katonai védelme szempontjából. Napjainkban azonban felhasználási köre sokkal szélesebb, mivel a piaci alkalmazások túlmutatnak a katonai felhasználáson, bár a két terület szorosan összekapcsolódik.<sup>23</sup>

## A megoldásból származó új kihívások özöne

Az izraeli űrprogram dinamikus fejlődése az egyik oldalon megoldást kínált a kezdeti kihívásra, ugyanakkor számos új problémát generált. Az 1980-as évek elején az Izraeli Védelmi Erők (IDF)<sup>24</sup> vezetése nem lelkesedett az űrprogram kifejlesztéséért, mert úgy vélte, a forrásokat más formában

<sup>18</sup> David Ben-Gurion: Army and state. Maarachot, Tel Aviv, 280 (2-9):2-11 (Hebrew). For a detailed overview of Ben-Gurion's report. 1981.

<sup>19</sup> Uo. 496.

<sup>20</sup> Ido Nechushtan: Address at the 2010 Ilan Ramon annual space conference. Fisher-Institute for Strategic Air and Space Studies, Herzliya. (Paikowsky - Israel - Azul alapján.)

<sup>21</sup> Az 1990-es évek elején kidolgozott doktrína négy pillére épít: az űr ellenőrzése, a domináns manőverezés (a tűzerő és a manőverezés kombinációja révén döntő győzelem érhető el), az információs hadviselés és a precíziós csapások, <https://www.ausa.org/sites/default/files/DR-97-6-Precision-Strike-Dominant-Maneuver.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>22</sup> Paikowsky - Israel - Azul: i. m. 499-500.

<sup>23</sup> Uo. 494.

<sup>24</sup> Israel Defense Forces - IDF.



jobban fel lehetne használni a védelmi képességek fejlesztésére. Az izraeli űrprogram eredményességét jól mutatja, hogy mint már említettük, napjainkra az Izraeli Védelmi Erők számára alapvetővé vált az űrbeli jelenlét, azaz számos képesség épül erre, így az elért eredmények és képességek fenntartása, illetve fejlesztése biztonsági szempontból kiemelt érdek. Ahogy Moshe Arens volt védelmi miniszter fogalmazott: „Ma visszanezve nem találunk senkit, aki azt állítaná, hogy az űrprogram pénzkidobás volt.”<sup>25</sup>

A természeti erőforrások szűkössége a kezdetektől hatékonyságra és kreativitásra kényszeríti az izraeli gazdaságot,<sup>26</sup> ezért az izraeli űripar a költség-hatékony és nyersanyag-takarékos fejlesztési irányokba fordult. Izrael „[...] a technológia miniatürizálására, valamint nagy felbontású, távérzékelési és kommunikációs képességekkel rendelkező, kis méretű, könnyű műholdak fejlesztésére összpontosított”.<sup>27</sup> Az ország gazdasági adottságai miatt a nagy költségigényű fejlesztési irányok, például az emberes repülés kérdése továbbra is csak távlati célként jelenik meg. Izrael az űripari fejlesztések tekintetében a „minőség a mennyiség felett” elvét vallja.<sup>28</sup>

Az izraeli űrprogram szempontjából kiemelt esemény volt az *Ofeq-1*, az első izraeli műhold 1988-as felbocsátása.<sup>29</sup> A sikeres pályára állítás azonban számos biztonsági kihívás előtt nyitotta meg az utat, ide tartoznak például az űreszközök védelmét érintő kihívások. Az ezekre adott válaszok között említhetjük egyrészt a fizikai védelmet, így a szándékos támadások – mint például a műholdelhárító fegyverekkel (ASAT)<sup>30</sup> végrehajtott akciók –, illetve a véletlen események – például az űrszeméttel való ütközés vagy a meghibásodás – elleni védelmet. Nem meglepő, hogy Izrael élen jár a kibervédelmi fejlesztések terén is, és a két iparág szorosan összekapcsolódik egymással.<sup>31</sup>

A fizikai védelem kérdésköre mellett az izraeli űrprogram sikerei a regionális szembenállás új dimenzióját nyitották meg. Gerald Steinberg politikai elemző szerint: „A Közel-Kelet most egy nagy űrverseny küszöbén áll, amely az izraeli űrprogramon, valamint az új, nagy felbontású kereskedelmi műholdakhoz és szolgáltatásokhoz való arab hozzáféréseken alapul. E fejlesztések eredményeként a felderítő műholdak várhatóan főszerepet fognak játszani

<sup>25</sup> Isaac Ben-Israel – Zvi Kaplan: Out of This World: Israel's Space Program, [https://web.archive.org/web/20140201234404/http://mfa.gov.il/MFA\\_Graphics/MFA%20Gallery/Israel60/ch7-6.pdf](https://web.archive.org/web/20140201234404/http://mfa.gov.il/MFA_Graphics/MFA%20Gallery/Israel60/ch7-6.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>26</sup> Rémai: Made in Israel... i. m.

<sup>27</sup> About The Israel Space Agency – Israel's Space Industry, <https://www.space.gov.il/en/about> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>28</sup> Paikowsky – Israel – Azul: i. m. 497.

<sup>29</sup> Deganit Paikowsky – Tal Azoulay: SPARC Brief – Israel, <https://www.sparc.uw.edu/israel/> (A letöltés ideje: 2022. augusztus 31.)

<sup>30</sup> Anti-satellite – ASAT.

<sup>31</sup> Rémai Dániel: Izraeli válaszok a mai biztonsági környezetre és kihívásokra. – Kibervédelem és kibervédelem. Hadtudomány. 32(4), Borito\_2022-4\_136old.cdr (mtak.hu).

a következő évtizedek közel-keleti stratégiai egyensúlyának fenntartásában.<sup>32</sup> Az 1990-es évek elejétől a megvalósult izraeli fejlesztések nyomást gyakoroltak a térség többi államára is, azaz kibontakozott a közel-keleti űrverseny, amelyről Steinberg úgy vélte, hogy nagyon magas költségei és egyben nagyon magas tétjei lesznek minden szereplő számára.<sup>33</sup> A felderítés és az elrettentés területén jelentkező előnyök miatt azonban egyik szereplő sem teheti meg, hogy elhanyagolja ezt a fontos, de költséges területet.

A világűr mellett a fizikai védelem köre kiterjed a földi létesítményekre, kutatóközpontokra, állami és magánvállalatokra és nem utolsósorban a humán erőforrásra is. Izrael űrprogramja az 1990-as években jelentős mértékben nyitott a kereskedelmi és kommunikációs szektor felé, így számos piaci szereplő jelent meg a rendszerben PPP<sup>34</sup>-együttműködések keretében, akikre a védelmi intézkedések köreit bizonyos mértékben szintén ki kellett terjeszteni.

Ahogy Yuval Ne'eman, az Izraeli Űrügynökség (ISA) alapítója fogalmazott: „Izraelnek nincsenek természeti erőforrásai. Ezért [...] egyetlen erőforrásából meríthet, ami a magasan képzett munkaerő a tudomány és a technológia területén. Nem csoda, hogy csatlakoztunk az űrhajózó nemzetek »klubjához.«<sup>35</sup>

## Az izraeli „űrügyek” fejlődése

A frissen megalakult Izrael Állam első évtizedeinek belpolitikájában kiemelt cél volt a gazdaság, az infrastruktúra és mindenekelőtt a haderő fejlesztése. Túlzás lenne azt állítani, hogy az izraeli űrkutatás magvait már az űrkorszak első napjaiban elvetették, de meg kell jegyeznünk, hogy az 1950-es évekre visszavezethető, a felderítő- és légi képességek fejlesztésére irányuló törekvések évtizedekkel később kiemelt elemei lettek az izraeli űrprogramnak.<sup>36</sup>

A kezdeti időkből Izrael alapvetően a rakétaképesség fejlesztésére koncentrált, és az izraeli „űrprogram” az 1960-as évek elején inkább csak egyetemi kutatásokban merült ki. Az Izraeli Társadalomtudományi és Bölcsészettudományi Akadémia 1963-ban formálisan megalapította a Nemzeti Űrkutatási

<sup>32</sup> Gerald Steinberg: Middle East Space Race Gathers Pace. International Defense Review, October 1995, Vol. 28, <https://faculty.biu.ac.il/~steing/military/idrspace.htm> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>33</sup> Uo.

<sup>34</sup> Public Private Partnership - PPP.

<sup>35</sup> ISA Celebrates Space. 2013, <https://web.archive.org/web/20160303180717/http://most.gov.il/SLH/Documents/ISRAEL%20CELEBRATES%20SPACE%20final.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>36</sup> Példaként említhetjük a Simon Peresz, akkori védelmi miniszterhelyettes által 1953-ban alapított Bedek Aviaton Companyt, amely Israel Aerospace Industries néven 1990 után az izraeli űreszközök gyártásának egyik központi vállalata lett. IAI History, <https://www.iai.co.il/about/history> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



Bizottságot (NCSR)<sup>37</sup>. A bizottság fő célja az akadémiai közösség erősítése és a kutatások koordinálása volt, – ekkor még nem jelent meg célként az önálló nemzeti űrügynökség létrehozása.<sup>38</sup> Az NCSR tagjai részt vettek a hadsereg fejlesztéseiben is. Jelentős szerepük volt az első izraeli meteorológiai műhold felbocsátásában, illetve az első kétfázisú rakéta indításában 1961-ben. Ez utóbbi révén Izrael lett a nyolcadik olyan ország a bolygón, amely rendelkezett orbitális rakétaindító képességgel.<sup>39</sup>

1979-ben Yehoshua Sagi tábornok, a katonai hírszerzés vezetőjének utasítására három izraeli vállalatot bíztak meg egy megvalósíthatósági tanulmány elkészítésével, ami műholdak felbocsátására, valamint műholdak és teleszkópkamerák gyártására irányult.<sup>40</sup> A költségvetési források hiánya miatt a projekt nem jutott el a megvalósítás fázisába.<sup>41</sup> Egy pillanatnyi megtorpanást követően, 1982-ben előterjesztették az Ofeq-program tervét, amely egy megfigyelőműhold kifejlesztésére irányult. A tervet a rugalmasságot és a kreativitást tűzte ki célul, kiemelve, hogy el kell kerülni a külföldi know-how-ra való támaszkodást, és szorgalmazta az önálló izraeli kutatás-fejlesztést.<sup>42</sup>

Az izraeli kormány 1982-ben Yuval Ne'eman vezetése alatt létrehozta az Izraeli Űrügynökséget (ISA) a Tudományos, Kulturális és Sportminisztérium égisze alatt, és megbízta a megalakuló szervezetet az ország űrprogramjának koordinálásával. Az ISA feladatai és hatásköre túlmutatott elődje, az NCSR lehetőségein: a kutatás mellett hangsúlyossá vált a kivitelezés, a széles körű űrinfrastruktúra kiépítése. A szervezet végül 1983-ban alakult meg Tel-Avivban. Még ugyanebben az évben Ehud Barak, a katonai hírszerzés új vezetője felfüggesztette a szervezet tevékenységeit, és a projekt felszámolását szorgalmazta. Moshe Arens védelmi miniszter döntése értelmében azonban az ISA folytathatta az éppen csak elkezdett munkát. 1984-ben megalakult a Nemzeti Világűr Tudásközpont, amelynek feladata az első izraeli megfigyelőműhold kifejlesztése és a kapcsolódó infrastruktúra kivitelezése volt.<sup>43</sup> Négy évvel később, 1988-ban Föld körüli pályára állt Izrael első megfigyelőműholdja, az *Ofeq-1*.<sup>44</sup>

<sup>37</sup> National Committee for Space Research – NCSR.

<sup>38</sup> Dhruvajyoti Bhattacharjee: Israeli Space Program – The Challenges Ahead. 2016, [https://www.icwa.in/show\\_content.php?lang=1&level=3&ls\\_id=1781&lid=776](https://www.icwa.in/show_content.php?lang=1&level=3&ls_id=1781&lid=776) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>39</sup> Rachel Neiman: Did you know Israel sent a rocket into space in 1961? <https://www.israel21c.org/did-you-know-israel-sent-a-rocket-into-space-in-1961/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>40</sup> Israel Aerospace Industries – IAI, Rafael Advanced Defense Systems, Electro-Optics Industries Ltd.

<sup>41</sup> A forráshiány végül az IAI és a Dél-afrikai Köztársaság közötti együttműködés eredményeként oldódott meg.

<sup>42</sup> Kiran Krishan Nair: Space: The Frontiers of Modern Defence. Knowledge World, 2006. 155–165.

<sup>43</sup> National Space Knowledge Center – az ISA és az IAI közös együttműködésében.

<sup>44</sup> Paikowsky – Azoulay: i. m.

Az izraeli űrprogram megalapításakor az izraeli politikai és katonai vezetés egyértelmű célokat jelölt ki, amelyek „(1) a korai figyelmeztetés, (2) az elrettentés és (3) a fejlett technológiákban való önellátás nemzeti biztonsági igényeinek kielégítése”<sup>45</sup> voltak.

## Az izraeli űrprogram intézményi keretei

Az 1990-es évektől az izraeli űrprogram virágkorát élte. Az önálló tevékenységeken túl Izrael számos együttműködő partnert talált a világban. Ilyen együttműködések keretében állították pályára külföldi partnerek az első izraeli kommunikációs műholdakat<sup>46</sup>, illetve sor került az első izraeli asztro-nauta 2003-as utazására, az Egyesült Államok Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatalával (NASA) kötött együttműködés keretében.<sup>47</sup>

Az 1990-es évek elején az űrrel kapcsolatos területek is jelentős mértékben nyitottak a piaci szektorok felé. Kezdetét vette a piaci alapú izraeli műholdgyártás, amelynek ikonikus elemei lettek például az *Amos* kommunikációs műholdak, az EROS távérzékelő elektrooptikai sorozat tagjai, valamint a kapcsolódó eszközök és platformok.

Ahogy Simon Peresz fogalmazott: „A múltban a föld pionírjai voltunk, most a tudomány úttörőire van szükségünk...”<sup>48</sup> Az ISA azonban önmagában nem lett volna képes elérni ezeket az eredményeket. A szervezet nélkülözhetetlen katalizátora volt az űrrel kapcsolatos fejlesztéseknek, ám számos állami, piaci, tudományos és magánszereplő kooperációjára volt szükség ahhoz, hogy Izrael napjainkban megbecsült tagja lehessen az űrkutatásban érdekelt nemzetek közösségének.

Az ISA honlapja úgy fogalmaz, hogy „Izrael ma már világelső a nagy teljesítményű műholdak miniatürizálása terén. Egy kis ország, amely nagy relatív technológiai előnnyel rendelkezik ezen a területen. [...] Erre a technológiai szaktudásra alapozva jelenleg több izraeli csoport is fejleszt mikro- és nano-műholdakat azzal a céllal, hogy különböző technológiák és alkalmazások működését, teszteljék és igazolják. [...] [Továbbá] az izraeli űripar az alacsony pályán elhelyezett nagy felbontású megfigyelőműholdakra (LEO)<sup>49</sup>

<sup>45</sup> Uo.

<sup>46</sup> Satellites Amos Fleet, <https://www.amos-spacecom.com/> (A letöltés ideje: 2022. augusztus 31.)

<sup>47</sup> Ilan Ramon - The First Israeli Astronaut, <https://www.science.co.il/Ilan-Ramon/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>48</sup> ISA Celebrates Space, 2013.

<sup>49</sup> Low Earth Orbit - LEO.



és a geostacionárius pályára feljuttatott kommunikációs műholdakra (GEO)<sup>50</sup> összpontosít.<sup>51</sup>

A fenti idézet nemcsak az ISA fő céljainak és fejlesztési irányainak összefoglalója, hanem felsejlenek benne az állami szektor mellett az izraeli űriparban oroszlárnrészt vállaló egyéb szereplők is. Az izraeli űrtevékenységgel foglalkozó szervezetrendszer alapvetően négy fő csoportra bontható:

- Az *állami szervezetek* (pl. az ISA és háttérintézményei; az Izraeli Védelmi Minisztérium<sup>52</sup>) felelősek a stratégiai tervezésért, a koordinációért, a nemzetközi kapcsolatok fejlesztéséért és a finanszírozásért.
- A *piaci szereplők* (pl. IAI<sup>53</sup>, Rafael Ltd.<sup>54</sup>, Elbit Systems Ltd.<sup>55</sup>, Gilat Satcom<sup>56</sup>, SpaceCom<sup>57</sup>, ISI<sup>58</sup>), szorosan kapcsolódnak az izraeli űrstratégiai kiemelt fejlesztési irányaihoz, de számos önálló iparági szegmens is fejlődésnek indult. Ezek a vállalatok önálló nemzetközi kereskedelmi kapcsolatrendszerrel rendelkeznek, és többek között az űripart támogató területeken próbálnak meg eredményeket elérni (pl. védőruhák fejlesztése, fiziológiai kísérletek). 2020-ban az izraeli űrökoszisztéma több mint 40 vállalatot foglalt magába<sup>59</sup>, és számuk az elmúlt években tovább növekedett.
- A harmadik csoport a kiemelkedően erős *kutatói és egyetemi háttér* (pl. Technoin Repülőgép-mérnöki Kar; Asher Űrkutató Intézet (ASRI); Ben-Gurion Egyetem; Tel-Avivi Egyetem).<sup>60</sup> A tudományos eredmények egyik jó fokmérője lehet, hogy a 2010-es évek elején Izrael az első helyet foglalta el az egy főre jutó publikációk számát tekintve a repüléstechnika terén.<sup>61</sup>

<sup>50</sup> Geosynchronous Equatorial Orbit – GEO.

<sup>51</sup> About The Israel Space Agency i. m.

<sup>52</sup> A Védelmi Minisztérium speciális helyet foglal el a struktúrában: „Az 1980-as években hozták létre az Űr- és Műhold Adminisztrációt Izrael operatív szükségleteinek kielégítésére és űrprogramjának előmozdítására. A szervezet koordinálja Izrael összes repülőgép-védelmi tevékenységét. Feladata a műholdak és hordozórakéták fejlesztése, annak érdekében, hogy garantálja Izrael függetlenségét az űrben. A technológiai fejlesztéseket a szervezet tagjai irányítják, és az izraeli védelmi iparág cégei végzik.” Space and Satellite Administration.  
Forrás: [https://english.mod.gov.il/About/Innovative\\_Strength/Pages/Space\\_and\\_Satellite\\_Administration.aspx](https://english.mod.gov.il/About/Innovative_Strength/Pages/Space_and_Satellite_Administration.aspx) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>53</sup> Israel Aerospace Industries, <https://www.iai.co.il/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>54</sup> Rafael – Advanced Defense System Ltd., <https://www.rafael.co.il/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>55</sup> Elbit Systems Ltd., <https://elbitsystems.com/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>56</sup> Gilat Satcom, <https://gilat.net/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>57</sup> SpaceCom, <https://www.amos-spacecom.com/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>58</sup> ImageSat International – ISI, <https://www.imagesatintl.com/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>59</sup> Paikowsky – Azoulay: i. m.

<sup>60</sup> Uo.

<sup>61</sup> Eytan Tepper: New Israeli Civil Space Policy to Boost R&D and Commercial Space Industrial Base. *New Space*, Vol. 2, No. 1, <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/space.2013.0036> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



– *Egyéni, társadalmi kezdeményezések* például a 2000-es évek közepén aktív Izraeli Nanoműhold Egyesület.<sup>62</sup>

Az izraeli űrtevékenység számos különböző szereplő kooperációján alapul. Az említett szereplők közös munkáját úgy jellemezhetnénk, mint a pénzügyi forrásokért gyakran versengő együttműködések halmazát. Ez a kettősség az, amely megalapozza az ország űrtevékenységének rugalmas és innovatív jellegét. Emellett nem szabad elfelejtenünk az izraeli civilek támogatását sem, aminek erősödésében jelentős szerepe van az ISA által kifejlesztett oktatási és marketingtevékenységnek.<sup>63</sup> Az ISA úgy fogalmaz, hogy „az Izraeli Űrügynökség céljai sokfélék és sokrétűek. [...] Általánosságban elmondható, hogy az ISA arra törekszik, hogy növelje Izrael relatív előnyét az űrtevékenység területén [...]”<sup>64</sup>

## Az izraeli űrprogram újragondolása 2010 után

Az 1990-es és a 2000-es évek innovációi és jelentős eredményei ellenére, az alapvető célok megvalósítását követően a korábban kialakított struktúra nem feltétlen tudott igazodni az új típusú kihívásokhoz és célokhoz. A szer-teágazó fejlődést volt hivatott egységes mederbe terelni a 2009-ben életre hívott munkacsoport (Task Force), amelynek „legfontosabb feladata az volt, hogy új keretet javasoljon a tudományos-innovációs potenciál és a verseny-képesség fenntartása, valamint az űripari fejlesztések polgári alkalmazásai előtérbe helyezésének érdekében.”<sup>65</sup> A munkacsoport főbb ajánlásai között találjuk a relatív előnyök megtartását, a köz- és a piaci szféra kapcsolatának erősítését, a bevételek maximalizálását, a nemzetközi együttműködések számának növelését és a társadalmi támogatottság emelését.<sup>66</sup> Fő célja annak elérése, hogy az izraeli űrtevékenység a korábbinál nagyobb mértékben nyisson a (nemzetközi) piac irányába, illetve hogy támogatást nyújtson az induló vállalkozások és kutatások számára.<sup>67</sup>

<sup>62</sup> Israeli Nano-Satellite Association – INSA, <https://web.archive.org/web/20071115215829/http://www.insasite.com/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>63</sup> About The Israel Space Agency i. m.

<sup>64</sup> Uo.

<sup>65</sup> Paikowsky – Azoulay: i. m.; Bhattacharjee: i. m.

<sup>66</sup> Bhattacharjee: i. m.

<sup>67</sup> Az ISA támogatásait az Izraeli Innovációs Hatóságon keresztül osztják szét, de a fejlesztendő és támogatandó területek megállapítása az ISA hatáskörébe tartozik.



Az izraeli társadalom érdeklődésének fokozása az űrtevékenység irányába a 2010-es évek elejétől az ISA egyik kiemelt prioritásává vált.<sup>68</sup> A számos ösztársadalmi érzékenyítő és figyelemfelkeltő program mellett az ISA kiemelt célként fogalmazta meg a gyermekeknek és fiataloknak szóló nyilvános oktatási tájékoztató programok fejlesztését.<sup>69</sup> A civil űrprojektek állami finanszírozásának növelése kismértékben valósult meg, ennek ellenére az izraeli űrökoszisztéma mégis növekedett. A munkacsoport ajánlásai konkrét stratégiaként jelentek meg a „National Civil Space Policy” című dokumentumban 2012-ben.<sup>70</sup>

Az izraeli űrprogram 2010-es évek elején végrehajtott újragondolása és céljainak újradefiniálása jelentős szerepet játszott az ISA továbbfejlesztésében, és megalapozta az izraeli űrtevékenység következő évtizedeit. Ennek a folyamatnak az egyik eredménye volt, hogy 2013 áprilisa óta a Tudományos és Technológiai Minisztérium nevébe bekerült az űr szó.<sup>71</sup> A minisztérium nevének kiegészítése egyrészt az izraeli űrtevékenység több évtizede tartó fejlődési folyamatának és eredményeinek elismerése volt, másrészt deklarálta azt a kormányzati szándékot, hogy az izraeli űrkutatási tevékenységet magasabb szintre kell emelni. A minisztérium akkori vezetője, Yaakov Peri<sup>72</sup> személye biztosítékot jelentett az új kormányzati célkitűzések hatékony megvalósítására. A minisztérium névváltoztatását követően Peri úgy fogalmazott, hogy „[...] az űr és a kibertér kritikus pontjai az izraeli biztonságnak [...] az űr az egyik kiemelt pillére lesz a minisztériumnak, és az ISA – amely a minisztérium égisze alatt működik – jelentős mértékben ki fogja terjeszteni eddigi tevékenységét.”<sup>73</sup>

<sup>68</sup> “Israel Celebrates Space”, *Israel Space Agency*, Ministry of Science, Technology and Space, 2015, [http://www.iac2015.org/wp-content/uploads/2015/06/The\\_Israel\\_Space\\_Agency\\_Israel\\_Celebrates\\_Space.pdf](http://www.iac2015.org/wp-content/uploads/2015/06/The_Israel_Space_Agency_Israel_Celebrates_Space.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>69</sup> Paikowsky – Azoulay: i. m.

<sup>70</sup> Bhattacharjee: i. m.; Tal Dekel: Israeli Civilian Space Program: Turning Swords into Plowshares – Presentation for the 49 Session of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space Scientific and Technological Subcommittee, <https://www.unoosa.org/pdf/pres/stsc2012/tech-06E.pdf> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.); Gilead Fortuna: The National Council for Civilian Space R&D in Israel, <https://www.neaman.org.il/EN/National-Council-Civilian-Space-R-D> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>71</sup> Judy Siegel-Itzkovich: Technology Ministry adds ‘Space’ to name, <http://jpost.com/Health-and-Science/Technology-Ministry-adds-Space-to-name-309821> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.); Ministry of Science and Technology, [https://www.gov.il/en/departments/ministry\\_of\\_science\\_and\\_technology/govil-landing-page](https://www.gov.il/en/departments/ministry_of_science_and_technology/govil-landing-page) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>72</sup> Yaakov Peri, <https://www.shabak.gov.il/english/heritage/heads/Pages/peri.aspx> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.) Peri, aki korábban évtizedekig szolgált a Shin Bet állományában, valamint 1988 és 1995 között a szervezet igazgatója – majd később az egyik legnagyobb és számos kérdésben kritizált izraeli telekommunikációs vállalat, a Cellcom vezérigazgatója – volt, pontosan látta az izraeli űripár elért eredményeit és a benne rejlő további lehetőségeket.

<sup>73</sup> Siegel-Itzkovich: i. m.

A Tudományos, Technológiai és Űrminisztérium égisze alatt megerősödő ISA számára az izraeli kormányzat négy pontban foglalta össze a feladatokat:

- a kutatás-fejlesztés támogatása és az izraeli űrpiacot nemzetközi szinten eladhatóvá tevő termékek fejlesztése;
- a nemzetközi kapcsolatok fejlesztése;
- kutatástámogatás a tudományos területen;
- oktatási, tájékoztatási tevékenység.<sup>74</sup>

A 2013-as évet az űr évének nyilvánították, amelynek keretében különféle oktatási és tájékoztatási projektek valósultak meg.<sup>75</sup> Az ISA kialakított egy közösségi kapcsolattartó és oktatási irodát is, amely finanszírozza és irányítja a gyermekeknek és fiataloknak szóló közoktatási programokat. Példaként érdemes kiemelni a Herzliya Science Center Space Lab elnevezésű projektet<sup>76</sup>, amelynek keretében a 2014 óta indított három nanoműholdat középiskolás diákok építették (*Duchifat 1, 2 és 3*)<sup>77</sup>.

Összefoglalva: a cél az, hogy a következő években Izrael megőrizze és biztosítsa helyét a világ öt legbefolyásosabb állama között az űrkutatás és az űrben végzett projektek vonatkozásában, és az izraeli űrpar tovább fejlődjön a kiemelt területeken.

A 2010-es években még két további nagyobb jelentés készült, amelyek az izraeli űrtevékenységet vizsgálták és különböző javaslatokat fogalmaztak meg. A Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Tanács (2012–2015) munkája általánosabb jellegű, míg az *Amos-6* műhold 2016 szeptemberi elvesztése után alakult bizottság a kommunikációs műholdak fejlesztésére és jövőjére összpontosított.<sup>78</sup> Az utóbbi vizsgálat alapján készült jelentés „többéves nemzeti terv kidolgozását szorgalmazta [...] Az izraeli űrvállalatok globális versenyképességének növelése érdekében javasolt prioritásként kezelni azon termékek és szolgáltatások fejlesztését, ahol Izrael potenciális előnyt élvez, mint például a távérzékelés és az űr-kiberbiztonság területe.”<sup>79</sup>

2018-ban az Állami Számvevő Hivatala kiadott egy jelentést a kommunikációs műholdak szektoráról, amelyben szerepel, hogy „Izrael Állam folyamatos űrválsággal néz szembe, különös tekintettel a kommunikációs műholdakra.

<sup>74</sup> Ministry of Science and Technology – Israel Space Agency, [https://www.gov.il/en/departments/units/most\\_isa](https://www.gov.il/en/departments/units/most_isa) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>75</sup> Uo.

<sup>76</sup> Herzliya Science Laboratory – HSL, <http://www.h-space-lab.org/php/index-en.php> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>77</sup> Duchifat, [https://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/duchifat-1.htm](https://space.skyrocket.de/doc_sdat/duchifat-1.htm) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>78</sup> SpaceX Falcon 9 rocket and Amos-6 satellite destroyed during static-fire test, <https://spacenews.com/developing-explosion-rocks-spacex-falcon-9-pad-at-cape-canaveral/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>79</sup> Paikowsky – Azoulay: i. m.; Government of the State of Israel, Ministry of Science and Technology: Space Committee Report, December 19, 2019, [https://www.gov.il/he/departments/news/most\\_news20161220](https://www.gov.il/he/departments/news/most_news20161220) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



Ezt a válságot többek között a nemzeti űrpolitika hiánya, az ebből a politikából levezetett többéves költségvetési program hiánya okozta; valamint az, hogy az országban [...] működő különböző űrkutatói szervek ajánlásai csak részleges formában vagy egyáltalán nem valósultak meg.<sup>80</sup> A jelentés kitért arra, hogy szükség lesz egy egységes állami űrjogi szabályozás kialakítására, ám ez a mai napig sem készült el.

## Az izraeli űrprogram nemzetközi kapcsolatai

Izrael űrrel kapcsolatos politikájának egyik alappillére a nemzetközi kapcsolatok szélesítése és az együttműködések fejlesztése. Vezetői belátták, hogy az űrversenyben országuk jelentős előnyre tud szert tenni, ha minél aktívabban kapcsolódik be azoknak a nemzeteknek a közösségébe, amelyek érdekeltek és képesek nemzeti űrprogramok finanszírozására.

Az ország „az űrt globális közös tulajdonnak tekinti, ezért arra törekszik, hogy hozzájáruljon egy biztonságos és fenntartható űrkörnyezet kialakításához. Izrael elismeri, hogy az űrt világszerte használják a szárazföldi katonai tevékenységek támogatására, valamint az űrrendszerek elleni káros akciók elleni védelemre és a velük szembeni elrettentésre. Mindamellettt szélesebb körű nemzetközi együttműködésre törekszik, különösen a demokratikus nemzetek körében annak érdekében, hogy az űrt békés környezetként fenntartsák mindenki javára.”<sup>81</sup> Izrael elfogadja „a jogilag nem kötelező erejű erőfeszítéseket az űr fenntarthatósága érdekében [...] és érti, valamint hisz abban, hogy nemzetközi együttműködésre van szükség annak biztosításához, hogy az űr a jövőben is hozzáférhető és fenntartható maradjon.”<sup>82</sup>

A fenti politikának jogi jelentősége az *Ofeq-1* 1988. szeptember 19-ei felbocsátásával lett igazán, amikor Izrael nemzetközi űrjogban vállalt kötelezettségei a gyakorlatban is érvénybe léptek. „Izrael köteles volt ratifikálni az 1967-es „Szerződés az államok tevékenységét szabályozó elvekről a világűr kutatása és felhasználása terén, beleértve a Holdat és más égitesteket”<sup>83</sup> című dokumentumot, az 1968-as megállapodást „az űrhajósok men-

<sup>80</sup> Government of the State of Israel, State Comptroller Office: National Strategic Activities - Decision Making Process Related to the Future of Communications Satellites in the State of Israel, Annual report 69A, October 2018, (in Hebrew), 8., <https://www.mevaker.gov.il/sites/DigitalLibrary/Documents/69a/2018-69a-304-Lavyanim.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>81</sup> Uo. 500.

<sup>82</sup> Uo. 503.

<sup>83</sup> Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, [https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ast/media/treaty\\_Princi\\_Gov\\_Acti\\_States\\_OST.pdf](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/treaty_Princi_Gov_Acti_States_OST.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

téséről, az űrhajósok visszatéréséről<sup>84</sup> és „az űrobjektumok által okozott károkért viselt nemzetközi felelősségről szóló”<sup>85</sup> dokumentumot. Két további szerződést, az 1975-ös „a világűrbe felbocsátott objektumok nyilvántartásba vételéről szóló”<sup>86</sup>, valamint az 1979-es, a „Holdon tartózkodó államok és más égitestek tevékenységét szabályozó”<sup>87</sup> egyezményt még nem írt alá vagy ratifikált Izrael.<sup>88</sup>

Izrael Állam az űrtevékenységet eszközként használja a nemzetközi kapcsolatépítésben. Az innovációk kereskedelmi forgalomba hozása és a nemzetközi kutatási projektekhez való csatlakozás mellett aktívan részt vállal a nemzetközi jogi környezet és egyezmények fejlesztésében. Például az ENSZ Űrügyi Hivatalával (UNOOSA) 2015-ben kötött megállapodás arra irányul, hogy protokollokat és rendszereket dolgozzanak ki a műholdas technológiák Földön és azon túli életmentő tevékenységekhez történő felhasználására.<sup>89</sup> A területért felelős izraeli miniszter, Danny Danon úgy fogalmazott az aláírásakor, hogy a megállapodás „kis lépés az ENSZ Űrügyi Hivatalának, de nagy lépés Izraelnek.”<sup>90</sup>

A nemzetközi elismertséget mutatja például, hogy 2015 októberében Jeruzsálemben rendezték meg a 66. Nemzetközi International Űrhajózási Kongresszust.<sup>91</sup> 2015-ben Izraelt az ENSZ COPUOS, azaz a világűr békés célú

<sup>84</sup> Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introrescueagreement.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>85</sup> Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introliability-convention.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>86</sup> Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introregistration-convention.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>87</sup> Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/intromoon-agreement.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>88</sup> Bruce A. Hurwitz: Israel and the Law of Outer Space. *Israel Law Review*, 22(4), 2016, <https://www.cambridge.org/core/journals/israel-law-review/article/abs/israel-and-the-law-of-outer-space/537E47FA77D492D2AADFB3D35EF0F1CF> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>89</sup> A projektek között szerepel majd a műholdak használata a természeti és egyéb katasztrófák helyszínének fényképezésére, valamint a fotók eljuttatása a mentőügynökségeknek, azzal a céllal, hogy segítsék a túlélők felkutatását. Az együttműködés kiegészítése alapján a jövőben Izrael hozzájárulhat a mélyűri küldetésekhez is.

<sup>90</sup> David Shamah: The final frontier: Israel signs agreement with UN space group, <https://www.timesofisrael.com/the-final-frontier-israel-signs-agreement-with-un-space-group/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>91</sup> 66. International Astronautical Congress, <https://www.iafastro.org/events/iac/iac-2015/> és [https://www.iafastro.org/assets/files/events/iac/2015/iac2015\\_fp\\_printlowres.pdf](https://www.iafastro.org/assets/files/events/iac/2015/iac2015_fp_printlowres.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



felhasználásával foglalkozó bizottságának rendes tagjává választották,<sup>92</sup> míg 2017-re a COPUOS hattagú Irányító Irodájának tagja lett.<sup>93</sup>

Számos bilaterális együttműködés is erősíti az izraeli űrtevékenységet. Többek között olyan külföldi ügynökségekkel működnek együtt, mint a NASA, az Európai Űrügynökség (ESA), a francia Nemzeti Űrkutatási Központ (CNES), a Német Légügyi és Űrközpont (DLR), az Olasz Űrügynökség (ASI), illetve az Indiai Űrkutatási Szervezet (ISRO)<sup>94</sup>, de a partnerek között találjuk Japán, Kanada és Mexikó űrügynökségeit is.<sup>95</sup>

Az Izrael és az Egyesült Államok közötti együttműködés az űrtevékenységek területén, azaz az ISA és a NASA együttműködése egészen az 1980-as évekre nyúlik vissza. „1986-ban a NASA és az ISA általános megállapodást írt alá a meglévő tudományos és műszaki információk cseréjéről.”<sup>96</sup> Az általános együttműködés mellett az évtizedek során számos kisebb, egy-egy területre koncentrált kooperációs megállapodás is született. A NASA lehetővé tette az első izraeli űrhajós utazását 2003 januárjában: Ilan Ramon a Columbia űrsikló balesetében életét vesztette.<sup>97</sup> Ramon az izraeli űrtevékenység kiemelt alakjává vált, akinek emlékét számos kezdeményezés őrzi, és kultusza kiemelt szerepet tölt be az ISA által végzett űrkutatást népszerűsítő tevékenységben.<sup>98</sup>

Az ISA mintegy koordinátorként segíti az izraeli űripar különböző aktorainak csatlakozását a nemzetközi együttműködések keretében folyó kutatási és fejlesztési projektekhez. Ezek közül – a teljesség igénye nélkül – érdemes kiemelni a 2017-ben felbocsátott *VEN $\mu$ S* nagy felbontású és szuperspektrumú műholdat, amely egy izraeli-francia közös kezdeményezés eredménye.<sup>99</sup> A projekt célja az volt, hogy olyan adatok gyűjtésére kerüljön sor, amelyek felhasználhatók a környezeti tényezők és az emberi tevékenységek hatásának modellezésére. A *VEN $\mu$ S* sikerét követően az ISA és a CNES 2018-ban szándéknyilatkozatot írt alá a C3IEL<sup>100</sup> nevű új környezetvédelmi projekt kidolgo-

<sup>92</sup> Committee on the Peaceful Uses of Outer Space: Membership Evolution, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/members/evolution.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>93</sup> Israel elected to UN Space Committee (COPUOS), [https://embassies.gov.il/san-francisco/Newsandevents/Pages/Israel-elected-to-UN-Space-Committee-\(COPUOS\).aspx](https://embassies.gov.il/san-francisco/Newsandevents/Pages/Israel-elected-to-UN-Space-Committee-(COPUOS).aspx) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>94</sup> Bhattacharjee: i. m.

<sup>95</sup> International Cooperations – ISA.

<sup>96</sup> Shira Schoenberg – Mitchell Bard: Israel Science & Technology: NASA-Israel Collaboration, <https://www.jewishvirtuallibrary.org/israel-nasa-collaboration> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>97</sup> Elizabeth Howell – Daisy Dobrijevic: Columbia Disaster: What happened and what NASA learned, <https://www.space.com/19436-columbia-disaster.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>98</sup> Ramon Foundation, [https://en.ramonfoundation.org.il/?page\\_id=10150](https://en.ramonfoundation.org.il/?page_id=10150) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>99</sup> VEN $\mu$ S Earth Observation Satellite, <https://www.space.gov.il/en/research-and-development/1057> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>100</sup> C3IEL Mission, [https://www.gov.il/BlobFolder/rfp/most\\_rfp20190926/he/%D7%A0%D7%A1%D7%A4%D7%97%20%D7%90%1%20%D7%9C%D7%9E%D7%9B%D7%A8%D7%96.pdf](https://www.gov.il/BlobFolder/rfp/most_rfp20190926/he/%D7%A0%D7%A1%D7%A4%D7%97%20%D7%90%1%20%D7%9C%D7%9E%D7%9B%D7%A8%D7%96.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

zásáról, amely három, éghajlatkutatásra összpontosító nanoműholdból áll. Hasonló jellegű projekt a Shalom-misszió: ennek az ISA és az Olasz Űrügynökség (ASI) közötti együttműködésnek a célja a környezetvédelem területén alkalmazható két hiperspektrális Föld-megfigyelő műhold építése.<sup>101</sup>

A nemzetközi együttműködések sorában külön említést érdemel az Egyesült Arab Emírségek és Izrael között kötött együttműködés az űrtevékenység kapcsán. A VEN $\mu$ S sikereit követően 2021 októberében Dubajban rendezett Space Weeken Izrael és az Egyesült Arab Emírségek tudományos és technológiai miniszterei bejelentették a közös kutatással kapcsolatos együttműködési terveket,<sup>102</sup> amelyek már a 2022-es év elején pályázati támogatás és kutatói ösztöndíjak formájában valósultak meg.<sup>103</sup> A környezeti adatok elemzése mellett számos olyan terület van (pl. a Beresheet-2 projekt – 2024), amely a két ország űrkutatási programjait összekötő kapocs lehet, és a regionális együttműködések nagymértékben hozzájárulnak a térség biztonsági helyzetének általános javulásához.

A NASA és az ISA együttműködési megállapodása a Német Légügyi és Űrközponttal (DLR) a StemRad cég AstroRad sugárvédelmi mellényének fejlesztésére vonatkozik.<sup>104</sup> A Beresheet-1 (2019) és a Beresheet-2 (2024) missziók olyan, nem kormányzati izraeli holdszonda-projektsorozat részei, amely jelentős nemzetközi együttműködésekkel vont maga után. A SpacelL<sup>105</sup> és az Israel Aerospace Industries (IAI) által készített kis méretű holdleszálló egység és holdszonda a kutatási célok mellett inspirálni szeretné a fiatalokat a műszaki karrierpályák irányába.<sup>106</sup>

Összességében azt látjuk, hogy a nemzetközi együttműködések kiemelten fontosak az izraeli űrtevékenység szempontjából. Az izraeli űrpolitika céljait vizsgálva egyértelműen látszik, hogy mind Izrael Állam, mind az ISA számára a jövőben is prioritás lesz a nemzetközi kooperáció.

<sup>101</sup> The Shalom Mission, <https://www.space.gov.il/en/research-and-development/1144> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>102</sup> Mehak Srivastava: Israeli and UAE space agencies sign agreements, <https://www.meed.com/israeli-and-emirati-spaces-agencies-sign-agreements> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>103</sup> UAE and Israel invite analysis proposals primarily based on VEN $\mu$ S satellite tv for pc information, <https://thenewstimes.com/uae-and-israel-invite-analysis-proposals-primarily-based-on-ven%C2%B5s-satellite-tv-for-pc-information/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>104</sup> Space Radiation Protection Radiation Vest – StemRad, <https://stemrad.com/astrorad-4/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>105</sup> SpacelL, <https://www.spaceil.com/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>106</sup> Beresheet, <https://www.planetary.org/space-missions/beresheet> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



## Az izraeli űrprogram kiemelkedő eredményei

Az izraeli űrprogram fennállásának első évtizedében számos kézzelfogható eredményt találunk. Nehéz lenne pontosan megállapítani, hogy milyen költségvetéssel dolgozott ezekben az években az ISA, mert a katonai programra, valamint a kereskedelmi programokra évente elkülönített költségvetést különböző költségkeretekben kezelik. Az állami finanszírozás mellett sorra jelentek meg a magánszektor képviselői is a területen. Jelen tanulmány keretei között nincs lehetőség az összes fejlesztési irány bemutatására az elmúlt harminc évből, ezért a következőkben felsorolásszerűen kiemeljük a leginkább meghatározó innovációkat és fejlesztési irányokat.

Az izraeli űrprogram legjelentősebb részét a műholdprogramok jelentik, amelyek felderítési és kommunikációs célokat egyaránt szolgálnak.<sup>107</sup>

Az *Ofeq*<sup>108</sup> -sorozat képalkotó érzékelőkkel felszerelt elemei felderítési feladatokra specializálódtak, ezért pontos technikai paramétereikről keveset tudni. Az első *Ofeq* műholdat 1988. szeptember 19-én indították útjára. A szakértői becslések szerint az *Ofeq*-sorozat egyes darabjainak élettartama 1–3 év között mozog. Az izraeli űrtevékenység központja a Tel-Avivtól délre, a Földközi-tenger partjához közel található Palmachim légibázis.<sup>109</sup> Izrael hivatalosan 13 *Ofeq* típusú műhold felbocsátását jegyzi, a legutóbbi az *Ofeq-13*-as, 2023 márciusában indított műhold volt. Ezt előzte meg 2020 májusában az *Ofeq-16* indítása, azonban az *Ofeq-12*, *Ofeq-14* és *Ofeq-15* jelölésű műholdak felbocsátását hivatalosan nem jelentették be.

Az Israel Aerospace Industries (IAI) által gyártott *Amos* kommunikációs műholdakat az izraeli Spacecom üzemelteti a pályára állást követően. A sorozat első darabját 1996. május 16-án állították pályára francia segítséggel. Összesen hét műholdat bocsátottak fel. Közülük a legújabb az *Amos-17*, amelyet 2019. augusztus 6-án a SpaceX hordozórakétájával indítottak útnak. A korábbi *Amos*-modellek a világ több pontján található indítópadokról és különböző hordozójárművekkel kerültek a világűrbe.<sup>110</sup>

<sup>107</sup> Bár az indításokat általában keleti irányba hajtják végre, tekintettel Izrael geopolitikai helyzetére, el kell kerülni, hogy működési hiba esetén nem baráti ország területére zuhanjon a felbocsátott eszköz vagy a szállítórakéta valamelyik fokozata, ezért az indításokat retrográd pályán, nyugat felé hajtják végre. Ez 30 százalékkal több energiát igényel, ami jelentős mértékben befolyásolta a fejlesztéseket már a kezdetektől: alapvetően ez volt az a determináló tényező, amely megteremtette a nanoműholdakra vonatkozó kutatások lehetőségét.

<sup>108</sup> *Ofeq*, <http://www.astronautix.com/o/ofeq.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>109</sup> Palmachim Airbase, <https://www.globalsecurity.org/military/world/israel/palmachim.htm> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>110</sup> *Amos Satellites*, <https://www.amos-spacecom.com/satellites/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



Az EROS sorozat kereskedelmi Föld-megfigyelő műholdakat foglal magába. Ezek gyártója az Israel Aerospace Industries (IAI), de az optikai részek az Elbit Systems Ltd. kivitelezésében készülnek.<sup>111</sup>

Az Izraeli Űrügynökség révén Izrael egyike annak a hét országnak, amely képes saját műholdakat és saját indítóeszközöket építeni.<sup>112</sup> A *Shavit* rakéta, amelynek fejlesztése 1983-ban kezdődött, képes rakományok eljuttatására alacsony Föld körüli pályára.<sup>113</sup> A háromfokozatú, szilárd hajtóanyagú hordozórakéta a kétfokozatú *Jericho-II* ballisztikus rakétán alapul. A *Shavit*okat az IAI Electronics Group négy gyáranak egyike, a Malam fejleszti és gyártja.<sup>114</sup>

Az ISA felelős számos egyetemi projekt finanszírozásáért, amelyek célja az űrrel kapcsolatos kutatások és fejlesztések fellendítése.<sup>115</sup> Ilyen program a „Nemzeti Tudásközpont a földközeli objektumokról (NEO)”<sup>116</sup>, amely a Tel-Avivi Egyetemen a Naprendszer kisebb égitestjeinek tanulmányozása céljából működik. A tudásközpont által használt teleszkóprendszer a Wise Observatóriumban<sup>117</sup> már több új aszteroida felfedezését segítette elő. Mivel az ISA évekkal ezelőtt megszüntette a finanszírozását, azóta a projekt pénzügyi támogatás nélkül folytatódik.

Az Izraeli Kozmikus Sugár Központ (ICRC)<sup>118</sup> 1997 novemberében jött létre az Izraeli Űrügynökség támogatásával a Tel-Avivi Egyetem és a haifai Technion közös projektjeként. A központ célja a veszélyes meteorológiai és űrjelenségek nyomon követése és előrejelzése.

Az ISA közel-keleti interaktív adatarhívuma (ISA-MEIDA)<sup>119</sup> a NASA Föld-megfigyelő adat- és információs rendszerének (EOSDIS) izraeli csomópontja. Az 1996 októberében indult kutatása környezeti információk gyűjtésére és megőrzésére összpontosít. Az összegyűjtött információk nyilvánosan elérhetőek, és számos környezeti kutatás alapját képezik: segítenek

<sup>111</sup> EROS Satellites Overview, <https://web.archive.org/web/20131006033326/http://www.image-satintl.com/default.asp?catid=%7BFBD649417-4866-45CE-96F1-139BD1409DCE%7D> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>112</sup> Deganit Paikowsky: From the Shavit-2 to Ofeq-1 – A History of the Israeli Space Effort, [https://www.researchgacy.net/publication/277903825\\_From\\_the\\_Shavit-2\\_to\\_Ofeq-1\\_-\\_A\\_History\\_of\\_the\\_Israeli\\_Space\\_Effort](https://www.researchgacy.net/publication/277903825_From_the_Shavit-2_to_Ofeq-1_-_A_History_of_the_Israeli_Space_Effort) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>113</sup> Robert C. Harding: Space Policy in Developing Countries: The Search for Security and Development on the Final Frontier. Routledge, 2012. 138.

<sup>114</sup> Shavit Space Launcher, <https://www.iai.co.il/p/shavit> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>115</sup> About The Israel Space Agency i. m.

<sup>116</sup> Israel joins global effort to monitor 'near earth objects', <https://www.israel21c.org/israel-joins-global-effort-to-monitor-near-earth-objects/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>117</sup> Wise Observatory, [https://physics.tau.ac.il/astrophysics/wise\\_observatory](https://physics.tau.ac.il/astrophysics/wise_observatory) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>118</sup> Emilio Segrè Observatory – Mt. Hermon – Israel, [http://webusers.fis.uniroma3.it/svirco/Mt\\_Hermon/emilio\\_segr\\_observatory.html](http://webusers.fis.uniroma3.it/svirco/Mt_Hermon/emilio_segr_observatory.html) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>119</sup> Israel Space Agency – Middle East Interactive Data Archive, <https://dokumen.tips/documents/israeli-and-international-environmental-databases-isa-meida-dareclimed-linksceem.html?page=2> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



megérteni a drasztikus környezeti változásokat, és támogatják a klímaváltozás modellezését.<sup>120</sup>

A fentiek mellett azonban voltak olyan projektek is, amelyek nem érték el céljukat. Ilyen volt például a Tel-Avivi Egyetem és az Indiai Űrkutatási Szervezet (ISRO) Ultraviolet Explorer (TAUVEX)<sup>121</sup> elnevezésű, ultrabolyba spektrumú megfigyelésre alkalmas eszközeinek fejlesztése. A technikai paraméterek eltérése a tervezettől és a súlyproblémák miatt az eszköz nem fért fel az indiai *GSAT-4 ISRO* műhold fedéltetére, így az ISA 2012-ben leállította a projekt finanszírozását.

Ezzel szemben vannak olyan egyéni kezdeményezések is, amelyek sikerrel jártak. Ilyen például a *Gurwin/TechSat*, a világ egyik első mikroműholdja, amelyet izraeli diákok terveztek, építettek és indítottak útnak.<sup>122</sup> Találunk a projektek között iparági szereplők között nemzetközi kooperációban zajló projekteket is, mint például a *Sloshsat-FLEVO* elnevezésű műholdfejlesztést, amelyet folyadékok szivárgási jelenségeinek tanulmányozására indítottak.<sup>123</sup>

A kiemelt fejlesztések között találjuk az *Ofeq* rendszer utódjának is tekinthető *OPTSAT* felderítőműholdakat, amelyek a nagy felbontású optikai megfigyelő- és felderítőműholdak kategóriájába tartoznak.<sup>124</sup> Az eszközök súlya körülbelül 300 kg, tíz év élettartamra vannak tervezve és képesek 50 centiméter átmérőjű objektumok detektálására. Hasonló az *UltraSAT* projekt, amely egy széles spektrumú felfedező műholdon alapul.<sup>125</sup> Az *INSAT-1* és az *INSAT-2* nanoműholdak az Izraeli Nanoműhold Egyesület (Israeli Nano-Satellite Association) tervezésében és kivitelezésében készülnek. Céljuk, hogy új ipari alkatrészeket teszteljenek valódi világűr körülmények között.<sup>126</sup>

<sup>120</sup> A program egyik elemének tekinthető a 2003-ban végrehajtott Mediterrán Izraeli Dust Experiment (MEIDEX). A kísérletet a Tel-Avivi Egyetemen tervezték, és a cél az volt, hogy a légköri sivatagi por időbeli és térbeli eloszlását és fizikai tulajdonságait tanulmányozzák. A kísérlet végrehajtásában nagy szerepe volt Ilan Ramonnak a Columbia űrsikló fedéltetén. Sprites and Elve from MEIDEX, <https://web.archive.org/web/20080916224941/http://climate.gsfc.nasa.gov/viewImage.php?id=114> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>121</sup> A Collaboration between the Indian Institute of Astrophysics and Tel Aviv University, <https://web.archive.org/web/20071009073848/http://tauvex.iap.res.in/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>122</sup> Techsat 1, [https://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/techsat-1.htm](https://space.skyrocket.de/doc_sdat/techsat-1.htm) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>123</sup> Sloshsat-FLEVO, [https://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/sloshsat-flevo.htm](https://space.skyrocket.de/doc_sdat/sloshsat-flevo.htm) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.) A műholdat a holland NLR labor, a Fokker Space és a Rafael Advanced Defense Systems együttműködésével fejlesztették ki, és mind az ISA, mind az Európai Űrgyűzőség (ESA) támogatja.

<sup>124</sup> Tamir Eshel: Israel Becomes a Spy-Sat Superpower, [https://defense-update.com/20220606\\_ofek16-spysat.html](https://defense-update.com/20220606_ofek16-spysat.html) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>125</sup> UltraSAT, <https://www.weizmann.ac.il/ultrasat/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>126</sup> Insat 1A, 1B, 1C, 1D, [https://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/insat-1a.htm](https://space.skyrocket.de/doc_sdat/insat-1a.htm) (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

A SAMSON projekt igazodik az ISA és az UNOOSA 2015-ös megállapodásához.<sup>127</sup> A Technion egyetem Asher Űrkutató Intézete által koordinált projekt három nanoműholdból áll, amelyek alakzatban repülnek, és a természeti vagy egyéb katasztrófák helyszínének monitorozását végzik.

Az izraeli űrközösség új célja a 2010-es évek közepén a Hold elérése lett, amelynek zászlóshajója az Izraeli Hold-felfedező Tudományos Kutatóhálózat (INLSE)<sup>128</sup> program. 2010 óta Izrael tagja lett a NASA Hold-kutatási programjának.<sup>129</sup> A korábban már említett Beresheet projekt mögött álló csapat, a SpacelL<sup>130</sup> egy nem kormányzati szervezet, amelyet izraeli tudósokból és űrrajongó civilekből hoztak létre azért, hogy részt vegyenek a Google Lunar X Prize versenyen. Az izraeli zászlót is szállító *Beresheet-1* 2019. április 11-én lezuhant a Hold felszínén.<sup>131</sup> Kudarca nem törte meg a lendületet, sőt a SpacelL csapata és új közreműködők újult erővel láttak neki a munkának, hogy a *Beresheet-2* már sikeres küldetést hajtson végre 2025-ben.<sup>132</sup>

A teljesség igénye nélkül összeállított, az izraeli űrtevékenység kiemelkedő próbálkozásait és eredményeit felvonultató lista már tételeinek számával is rávilágít az izraeli űrkutatási tevékenység és űrökoszisztéma méretére. A projektek sokszínűsége és innovatív jellegük pedig egyértelműen bizonyítják, hogy Izrael tényleg az elsők között jár az űrkutatással kapcsolatos kutatások és fejlesztések területén.

## Kihívások és lehetőségek

### Kihívások

A számos sikeres projekt ellenére az izraeli űrprogram számos kihívással is küzd és küzdött a múltban is. A kihívásokra vonatkozó elemzések közös pontjai általában a következők voltak:

<sup>127</sup> Lásd Az izraeli űrprogram nemzetközi kapcsolatai című fejezetben.

<sup>128</sup> INLSE, <https://sservi.nasa.gov/?team=israel-network-lunar-science-and-exploration> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>129</sup> Yoni Kempinski: Israel and NASA Partnership, <https://www.israelnationalnews.com/news/135742> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>130</sup> SpacelL.

<sup>131</sup> Makers in the space! How Israel's Space IL is hacking its way to the moon, <https://innovationiseverywhere.com/makers-space-israels-space-il-hacking-way-moon/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.); Photos of the Moon by Israel's Beresheet Spacecraft, <https://www.nytimes.com/interactive/2019/04/11/science/spaceil-beresheet-moon-photos.html> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>132</sup> Beresheet2, a private Israeli Moon mission, <https://www.planetary.org/space-missions/beresheet> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)



1. költségvetési források hiánya;
2. hosszú távú tervezés hiánya;
3. instabil szabályozási struktúra és jogi környezet – úrtörvény hiánya;
4. a nemzetközi együttműködések alacsony mértéke;
5. a magánvállalatok támogatásának alacsony mértéke;
6. a regionális űrprogramok gyors fejlődése (pl. Irán);
7. az Izraelben kifejlesztett technológiák külföldi értékesítésével járó nemzetbiztonsági kockázatok;
8. az ellenséges kiberképességek fejlődése miatt növekszik az űreszközök kitettsége a támadásoknak.<sup>133</sup>

Összességében elmondhatjuk, hogy a felsorolt kihívások mindegyike releváns és valós probléma, ugyanakkor az izraeli űrstratégia az elmúlt harminc évben mindig időben tudta „korrigálni a repülési pályát”, és fenn tudta tartani a folyamatos fejlődést.

## Kilátások és tervek

Az elmúlt években az űrkutató magánvállalatok sikerei ráébresztették az izraeli politikai vezetést arra, hogy alapjaiban kell újragondolnia az izraeli űrpolitikát. Uri Oron, az ISA vezetője 2022 tavaszán úgy fogalmazott, hogy „[...] nemcsak kormányokról és országokról van szó, hanem magánemberekről, magánszervezetekről is. [...] Az űrhöz való hozzáférés sokkal olcsóbb; sokkal könnyebb lett. A világűrhez való hozzáférés nem korlátozódik csak országokra, nemzetekre és kormányokra. Az űr mindenki számára nyitva áll.”<sup>134</sup>

2022 májusában Orit Farkash-Hacohen miniszter bemutatta az ISA által készített tervet, amely rögzíti Izrael Állam űrtevékenységgel kapcsolatos céljait és az elérésükhöz vezető utat. A terv alapvetően egy stratégiai dokumentum a polgári űripar fejlesztéséről, reagálva a nemzetközi szinten bekövetkezett „drámai változásokra”. A részletes tervezet szerint Izrael 2027-ig 180 millió dollárt tervez investálni a polgári űripar és űrtechnológia fejlesztésébe és az új, induló vállalkozások támogatásába, amelyek fejlett technológiákat fejlesztenek ki az űrszektorban.<sup>135</sup>

E koncepció mögött egyértelműen az a felismerés áll, hogy a globális űriparban korábban nem látott forradalom zajlik, amely az iparág piaci értékének megsokszorozódásával is együtt jár.<sup>136</sup> Izrael pedig nem akarja el-

<sup>133</sup> Bhattacharjee: i. m.

<sup>134</sup> Mike Wall: Ax-1, Israel and the 'New Space' revolution: Q&A with Israel space chief Uri Oron, <https://www.space.com/israel-space-agency-uri-oron-interview> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>135</sup> Ricky Ben-David: Israel plans to invest NIS 600 million to develop civilian space tech, <https://www.timesofisrael.com/israel-plans-to-invest-nis-600-million-to-develop-civilian-space-tech/> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>136</sup> Uo.

veszíteni az elmúlt évtizedekben megszerzett relatív előnyét, és nem akar kimaradni a várható nyereségből. Orit Farkash-Hacohen miniszter így fogalmazott: „A polgári űriparban globális forradalom zajlik. Ebben hatalmas gazdasági és kereskedelmi potenciál rejlik az izraeli gazdaság és az izraeli high-tech ipar számára. A terv célja [...], hogy felkészítse és előmozdítsa ezt az iparágat, valamint fejlessze az izraeli űripart a jövőbeli trendeknek megfelelően, és hasznosítsa a már rendelkezésre álló információkat és eszközöket [...] a polgári felhasználás során.”<sup>137</sup>

Az *Új stratégiai terv az izraeli polgári űripar fejlesztésére*<sup>138</sup> című dokumentumban körvonalazott terv fokozni kívánja Izrael Állam függetlenségét, erősíteni akarja nemzetközi szerepét és növelni akarja az ország gazdasági erejét. A terv továbbá lendületet kíván adni a tudományos kutatásoknak és technológiai fejlesztéseknek. A stratégiai dokumentum által megfogalmazott négy fő célkitűzés:

1. az izraeli polgári űripar megerősítése és fejlesztése;
2. az űrkutatás megerősítése és támogatása;
3. az űripar további erősödéséhez és növekedéséhez szükséges humán erőforrás biztosítása és képzése;
4. Izrael nemzetközi státuszának erősítése az űrkutatás területén.<sup>139</sup>

Az ISA a részletes végrehajtási tervben határozta meg a stratégiai célok eléréséhez vezető lépéseket és azok költségeit:

- „Az űripari vállalatok számának megkétszerezése (a jelenlegi 60-ról legalább 120-ra);
- az űriparban foglalkoztatottak számának megnégyeszerése (2500-ról 10 000 re);
- az űripar éves eladásainak megnégyeszerése (1 milliárd dollárról 4 milliárd dollárra);
- az űrkutatók számának növelése az akadémia világában, (120-ról 160-ra – 33%-os növekedés);
- 200-ról 4000-re növelni azoknak a végzett középiskolásoknak a számát, akiket ténylegesen az űriparban foglalkoztatnak;
- nemzetközi partnerségek létrehozása és Izrael jelenlétének erősítése a kulcsfontosságú nemzetközi szervezetekben.”<sup>140</sup>

<sup>137</sup> Uo.

<sup>138</sup> New Strategic Plan for Advancing the Israeli Civilian Space Industry, <https://www.space.gov.il/en/news-space/132822#:~:text=To%20reach%20this%20goal%2C%20the,strength%20and%20growth%20in%20the> (A letöltés ideje: 2022. 08. 31.)

<sup>139</sup> Uo.

<sup>140</sup> Uo.



A tervben szereplő tevékenységek között szerepel továbbá egy Nemzeti Adatközpont létrehozása; a TEVEL-program<sup>141</sup> kibővítése és nemzetközivé alakítása, aminek a fő célja a diákok ürrel, űr kutatással, űriparral kapcsolatos tájékoztatása és oktatása; a *SHALOM* műhold továbbfejlesztése, éves felbocsátási terv készítése és támogatása azért, hogy az izraeli vállalkozások számára biztosítsák az alacsony Föld körüli pálya elérését.

## Összefoglalás

Tanulmányomban az izraeli űrprogram fejlődéstörténetének több mint három évtizedét tekintetem át. Látható lett, hogy a biztonság iránti vágy mint mozgatórugó milyen módon formálta Izrael űrtevékenységének első éveit, azaz milyen motivációk mentén jutott el az izraeli űrszektor a meteorológiai műholdaktól a megfigyelőképességek fejlesztéséig. Az 1980-as években még számos anomália terhelte a szervezeti struktúra fejlődését és az űrtevékenységben érdekelt szereplőket, koncepcionális különbségek voltak a tudományos szektor és a haderő között. A piaci szereplők megjelenésével felgyorsult és sokrétűbb lett a fejlődés, amely meghatározta az izraeli űr kutatás elmúlt három évtizedét. Az állami szereplők fokozatosan transzformálódtak a fejlesztéseket létrehozó aktorokból a fejlesztéseket támogató, részben finanszírozó és az űr kutatás nemzeti menedzsmentjét végző szereplőkké. Izrael elismert tagja lett az űr kutatásban érdekelt nemzetek közösségének a fejlesztések területén, a kommunikációs műholdaktól a megfigyelésre alkalmas eszközökön át az innovatív kutatásokig. Bemutattam a két- és többoldalú nemzetközi együttműködések fokozódását és Izrael szerepvállalását az ürrel kapcsolatos nemzetközi jogi kérdésekben és globális együttműködésekben. Napjainkban is zajlik az a stratégiai és koncepcionális átalakulás, amelyet a piaci szereplők egyre nagyobb szerepvállalása és az állami szereplők ellenőrző-koordináló funkcióba történő átlépése jellemez. Ez a reform az űr kutatás globális változásából eredeztethető, és sikerességének mértéke alapvetően fogja meghatározni az izraeli űrtevékenység közép- és hosszú távú jövőjét.

Mindezek mellett választ kaptunk a kiindulási kérdésünkre: a szűkösség számos formája ellenére Izrael Állam számára az űrtevékenység jelentős mértékű, folyamatos fejlesztése prioritás, mivel az elért eredmények és a megvalósított fejlesztések alapvető részét képezik az izraeli biztonságpolitikának. Összességében az izraeli űrtevékenység minden eleme egyetlen alapvető célt szolgált: Izrael Állam biztonságának erősítését.

<sup>141</sup> Students-Built Satellites – diákok által épített műholdak.

# Japán, Dél-Korea és Észak-Korea űrpolitikája

Kim Mo Rang<sup>1</sup>

(Fordította: Edl András)

J. C. Moltz *Ázsia űrversenye* című könyvében rámutatott az Ázsia és Európa közötti éles ellentétekre. Elemzése 2022-ben még mindig érvényes. Így írta le az ázsiai űrszemléletet: „Ázsia űrhatalmai nagyrészt elszigetelődtek egymástól, nem osztják meg az információkat, űrcéljaik tekintetében óriási nézetkülönbségek vannak, hajlamosak az űrrel kapcsolatos kihívások nemzeti megoldására és az önállóság politikájára összpontosítani, nem pedig a régióra kiterjedő politikákra vagy multilaterális megközelítésekre”.<sup>2</sup> Az egyes országok a regionális verseny és az államilag irányított űrpolitikák miatt „külön-külön” folytatnak űrtevékenységet, a kölcsönös információcsere igencsak elégtelen.

Négy északkelet-ázsiai ország (Kína, Japán, Dél- és Észak-Korea) szerepel az első 11 ország között, amelyek sikeresen indítottak űreszközöket, műholdakat. Bár Északkelet-Ázsia (NEA) figyelemre méltó technológiai fejlődést ért el, az űrjoggal és a NEA politikájával kapcsolatban eddig kevés kutatás folyt.

E tanulmány célja, hogy 1. megalapozza az alapkutatást, amelynek tárgykörét még soha nem vizsgálták; 2. megteremtse az alapkutatási adatokat az északkelet-ázsiai országok közeli jövőbeni űrkutatási együttműködéséhez. Elemzi az északkelet-ázsiai űrfejlesztés történetét, valamint három északkelet-ázsiai ország (Japán, Dél- és Észak-Korea) politikáját és költségvetését. A költségvetési folyamatokból kiolvashatók a politikai folyamatok, ami az egyszerű politikai elemzésen túlmenően sokoldalú elemzést tesz lehetővé.

## Az űrkutatás fejlődésének története Északkelet-Ázsiában

A csendes-óceáni háború befejezése után az Egyesült Államok leszerelte a japán légiközlekedési és űripari hadiipari termelőségéit, és betiltotta az egyetemeken a repülési ismeretek oktatását.<sup>3</sup> Amint az 1. táblázatban látható, Japán az 1952-es

<sup>1</sup> Kim Mo Rang (Dél-Korea) nemzetközi biztonságpolitikai szakértő, az NKE Hadtudományi Doktori Iskola doktorandusza. E-mail: diaryofseoul@gmail.com.

<sup>2</sup> James Clay Moltz: *Asia's Space Race: National Motivations, Regional Rivalries, and International Risks*. Columbia University Press, New York, 2012. 1-2.

<sup>3</sup> JO Hwang-Hee (조황희), *일본의 장기대형과제 추진체계와 정책에 관한 연구 - 우주개발을 중심으로 - A study on Japan's long-term large-scale project promotion system and policy - Focused on space development*, Science and Technology Policy Institute, 1995. 9.



San Franciscó-i békeszerződés után hivatalosan is visszanyerte szuverenitását űrprogramja fejlesztésére. Az 1970-es évek elejéig a szigetország dominanciája jól látható a három északkelet-ázsiai ország (Japán, Dél-Korea és Észak-Korea) űrfejlesztési történetében. Japánnak már 1955-ben sikerült kifejlesztenie az első kis rakétát Ázsiában, 1970-ben pedig a világon negyedikként elindította az első nagy rakétát Ázsiában, és a világon a hetedik ország volt, amely műholdat indított. Emellett az 1960-as években olyan űr kutatással kapcsolatos szervezeteket hozott létre, mint az Űrfejlesztési Tanácsot (ISAS), az Űrfejlesztési Bizottságot és a Japán Nemzeti Űrfejlesztési Ügynökséget (NASDA).

Továbbá Japánnak 1969-ben a Tanegashima Űrközpont létrehozásával lehetősége nyílt arra, hogy saját területéről, önálló technológiával indítson űrhajóhordozó rakétát.

1. táblázat: Az űrfejlesztések története három északkelet-ázsiai országban (1952–1979)  
(Szerkesztette: Kim Mo Rang)

Színkód a következő oldalak táblázataihoz:

■ Japán

■ Koreai Népi Demokratikus Köztársaság/Észak-Korea

■ Koreai Köztársaság/Dél-Korea

Év	Szervezet/ ügynökség	Törvény/szerződés/ megállapodás/egyezmény	Politika	Rakéta	Hasznos teher (műhold)	Alaptechno- lógia/kutatás/ infrastruktúra
1952		San Franciscó-i szerződés				
1955				Ceruza rakéta		Japán első rakétája
1960	Űrfejlesztési Tanács					
1964	ISAS					
1967		Világűr Egyezmény				
1968	Űrfejlesztési Bizottság					
1969	NASDA	Békés rendezés állásfoglalás Japán-USA közös közlemény				Tanegashima Űrközpont
1970				L-4S	Ohsumi	Első ázsiai műhold
1974	KSPI					
1975				N-I	Kiku1	Első japán nagyrakéta
1975						DF-61 vásárlása Kínából, rakéta-kutatás
1976				N-I	Ume1	Szovjet Scud B rakéták importja
1979		Dél-Korea - Egyesült Államok rakéta-irányelvek		N-I	Ayame1	



## Az első időszak (1952–1979):

### Japán kizárólagos vezető szerepe az űrfejlesztésben

Japán először technológiai képességszintet ért el, majd létrehozta az űrrrel kapcsolatos szervezeteket. Észak-Korea is kifejlesztette a technológiát, először 1975-ben Kínából importálta a *DF-61* ballisztikus rakétát, majd megkezdte azokat a kutatásokat, amelyek később megalapozták az észak-koreai űrhajóhordozó rakéta kifejlesztését. Japánnal és Észak-Koreával ellentétben Dél-Korea 1974-ben létrehozta a Koreai Csillagászati és Űrkutatási Intézetet, és csak ezután kezdte meg a technológiafejlesztést.

2. táblázat: Az űrfejlesztések története három északkelet-ázsiai országban (1983–1994) (Szerkesztette: Kim Mo Rang)

Év	Szervezet/ ügynökség	Törvény/szerződés/ megállapodás/ egyezmény	Politika	Rakéta	Hasznos teher (műhold)	Alaptechnológia/ kutatás/ infrastruktúra
1983			Regisztrációs egyezmény, mentési egyezmény, kárfelelősségi egyezmény N-II N-II	N-II	Sakura-2A	A japán űrjog hiánya
					Sakura-2B	
				Himawari-3		
1985		Önvédelmi Erők				Űrhajósok kiképzése
1987		Légi- és űriparfejlesztési törvény	H-I	N-II	Momo-1	Első nemzeti űrjog Északkelet-Ázsiában
					Kiku-5	
1989	SaTReC		H-I	H-I	Sakura-3B	
	KARI				Himawari-4	
1990				Mu-3S-II		Hiten: első japán holdszonda
1992				H-I	FUYO-1	Első japán űrhajós
				KITSAT-1	Első dél-koreai műhold	
1993	APRSAF			KSR-I		Első tudományos rakéta
					KITSAT-2	Első dél-koreai kommunikációs műhold
1994				H-II	OREX, VEP	Első 100%-ban belföldön készült H-2 rakéta



## A második időszak (1983–1994): Az első űrkutatási törvény elfogadása

Dél-Korea 1987-ben, Északkelet-Ázsia első országaként fogadta el az űrkutatás fejlesztéséről szóló törvényt. Bár Japán 1955-ben kezdte meg űrkutatási fejlesztéseit, csak 2008-ban ratifikálta nemzeti űrtörvényét. Kínának ez idáig nem volt nemzeti űrtörvénye. Japánnal és Kínával összehasonlítva Dél-Korea, amely csak az 1990-es évek elején kezdte meg az űrfejlesztést, viszonylag gyorsan hozta meg a nemzeti törvényt.

A repülőgépipar fejlesztéséről szóló törvény 1989-ben létrehozta a Koreai Űrkutatási Intézetet (KARI) és a Műholdtechnológiai Kutatóközpontot (SaTReC). Ezután Dél-Korea 1992-ben sikeresen felbocsátotta első mesterséges műholdját, a *KITSAT-1*-et, majd 1993-ban az első tudományos rakétaszondáját, a *KSR-1*-et, Dél-Korea első távközlési műholdját és a *KITSAT-2*-t is.

Érdekesség, hogy Japánnak akkoriban nem volt nemzeti űrtörvénye, de 1967-ben aláírta az ENSZ világűréről szóló szerződését, a világűrbe indított tárgyak nyilvántartásáról szóló egyezményt, az űrhajósok mentéséről, az űrhajósok visszatéréséről és a világűrbe indított tárgyak visszatéréséről szóló megállapodást, valamint 1983-ban az űreszközök által okozott károkért viselt nemzetközi felelősségről szóló egyezményt. (Lásd 2. táblázat.) A NEA űrfejlesztésének második időszakában (1983–1994) Japán a jogi és a politikai vonatkozások helyett inkább az űrtechnológia fejlesztését helyezte előtérbe, így sikerült neki 1990 januárjában Északkelet-Ázsia első és a világ harmadik országaként Hold-küldetést végrehajtania, 1992-ben pedig az északkelet-ázsiai térségből az első űrhajóst küldte a világűrbe, miután kifejlesztette a *H-II* rakétát.

Japán a világ egyik vezető űrnemzetévé vált, és 1993-ban többoldalú együttműködési kezdeményezést indított el az Ázsia-csendes-óceáni Regionális Űrügynökségi Fórum (APRSAF) létrehozásával. Az APRSAF azért jelentős, mert napjainkra kiterjesztette hatókörét Északkelet-Ázsiáról az ázsiai-csendes-óceáni térségre, valamint a kétoldalúról a többoldalú együttműködésre.

3. táblázat: Az űrfejlesztések története három északkelet-ázsiai országban (1995–2003)  
(Szerkesztette: Kim Mo Rang)

Év	Szervezet/ Ügynökség	Törvény/ szerződés/ megállapodás/ egyezmény	Politika	Rakéta	Hasznos teher (műhold)	Alaptechnológia/ kutatás/ infrastruktúra	
1995					Koreasat 1		
1996			Első űrfejlesztési alapterv		Koreasat 2		
1998			Az űrfejlesztési alapterv első felülvizsgálata	KSR-II			
1999	SaTREC Initiative				KITSAT-3		
					Koreasat 3		
					KOMPSAT-1		
2000			Második űrfej- lesztési alapterv				
2001	Űrfejlesztési Tanács	A Dél-Korea – USA rakéta- irányelvek első felülvizsgálata			H2A 202	JVEP 2, LRE	
	CSTP						
2003	JAXA: Japán Űrügynökség				H2A 2024	IGS-Optical 1, IGS-Radar 1	Kémműhold
						STSat-1	
					IGS-Optical, IGS-Radar		

### A harmadik időszak (1995–2003):

Az űrfejlesztés a tudománytól és technológiától a biztonságig

Dél-Korea – elsőként a három északkelet-ázsiai ország közül – űrfejlesztési tervet dolgozott ki. A Koreai Köztársaság továbbra is sikeresen indított űrhajóhordozó eszközöket és műholdakat. Hasonlóképpen Japán is folytatta a *H-II* rakéták indítását, és 2003-ban sikerült felbocsátania egy információgyűjtő felderítőműholdat (*IGS*). Az *IGS*-t az 1998-as indítások után felmerülő észak-koreai rakétafenyegetés elhárítására hozták létre. Elsődleges célja tehát az, hogy korai figyelmeztetést adjon a közelgő ellenséges rakétaindításokról a NEA országaiban. Ez azt jelenti, hogy Japán űrfejlesztési programja, amely a múltban a kutatás-fejlesztésre összpontosított, az *IGS* sikere után már nem korlátozódott a tudományra és a technológiára, hanem lehetőség nyílt a biztonság területére való kiterjesztésére is.



4. táblázat: Az űrfejllesztések története három északkelet-ázsiai országban (2005–2011)  
(Szerkesztette: Kim Mo Rang)

Év	Szervezet/ ügynökség	Törvény/szerződés/ megállapodás/ egyezmény	Politika	Rakéta	Hasznos teher (műhold)	Alaptechnológia/ kutatás/ infrastruktúra
2005	Nemzeti Űrtanács	Az űrfejllesztés támogatásáról szóló törvény	Az űrfejllesztési alapterv harmadik felülvizsgálata H2A 2022	H2A 2022	Himawari 6	
				H2A 2022	Daichi	
2007		Az űreszközök által okozott károk megtérítéséről szóló törvény	Első űrfejl- lesztések támogatásáról szóló törvény (2007–2011)	H2A 2024	IGS-Radar 2, IGS-Optical 3V	KLEP (Koreai Holdkutatási Program)
2008	SHNSP SDSC	Alap-űrtörvény		H2A 2022	Kaguya	Első japán hold- szonda
				H-2A 2024	Kizuna	
		Világűregezmény	Első alapterv			Naro Űrközpont
2009		Egyezmény a vi- lágűrbe juttatott tárgyak nyilvántar- tásáról			KSLV-I	Első dél-koreai űrhajót hordozó rakéta (oroszc gyártmányú első fokozattal)
2010				H-2A 202		Quasi-Zenith Satellite System
2011			Második űrfejllesztések támogatásáról szóló törvény (2012–2016)	H-2B		

## A negyedik időszak (2005–2011): A dél-koreai űrfejllesztés felgyorsítása

2005 májusában Dél-Korea hatályba léptette az űrfejllesztés előmozdításáról szóló törvényt, és úgy döntött, hogy ötévente létrehozza az űrfejllesztés előmozdítására vonatkozó alaptervet. Megalakult a Nemzeti Űrtanács, hogy megvitassa az űrfejllesztés előmozdításának alaptervét, továbbá 2007-ben elindították a Koreai Holdkutatási Programot (KLEP).

Észak-Korea – a nemzetközi közösség kritikájának tudatában – aktívan részt vett a világűrrel szóló szerződésben és a világűrbe indított tárgyak nyilvántartásáról szóló egyezményben is, hogy így törvényesen fejlessze űrkapacitásait.

## Az ötödik időszak (2012–2022): Észak-Korea teljes körű űrfejlesztése és az űrverseny korszaka a régióban

Kim Dzsongun 2012-es hatalomra kerülése óta Észak-Korea is beszállt az űrversenybe. Nagypjával és apjával ellentétben neki lehetősége volt külföldön, Svájcban tanulni, így a kapitalizmus, a tudomány és a technológia megismerése révén teljes mértékben tisztában volt az űrfejlesztés fontosságával. 2012-ben, nem sokkal Kim Dzsongun hatalomra kerülése után Észak-Korea megalkotta az első ötéves nemzeti űrfejlesztési tervet és létrehozta a Koreai Néphadsereg stratégiai rakétaerejét, továbbá sikeresen elindította az első észak-koreai rakétát, az *Unha-3*-at. 2013-ban Észak-Korea megszervezte a Nemzeti Űrkutatói Fejlesztési Igazgatóságot, és megalkotta a KNDK első űrfejlesztési törvényét. 2014-ben létrehozta a Koreai Néphadsereg Stratégiai Rakétahad-seregét, a következő évben pedig az Észak-koreai Nemzeti Űrügynökség csatlakozott a Nemzetközi Asztronautikai Szövetséghez (IAF), de az IAF megszüntette tagsági viszonyát. Ezután 2016-ban Észak-Korea sikeresen felbocsátotta a *Kwangmyŏngsŏng-4*-et, az ország első műholdját. Legutóbb a KNDK 2022-ben kibővítette és átszervezte a Műholdkutató Központot. Észak-Korea az elmúlt több mint tíz évben, amióta Kim Dzsongun irányítja az országot, gyorsan fejlődött az űrjog, az űrpolitika és az űrtechnológia terén.

Dél-Korea esetében az amerikai-dél-koreai rakétairányelvek (1979) 2021-es eltörlése óriási hatással volt az ország űrfejlesztéseire. Az első irányelv azzal a korlátozással kezdődött, hogy nem szabad 180 km hatótávolságú és 500 kg-os vagy annál nagyobb robbanófejtömegű rakétákat fejleszteni vagy birtokolni. A négy felülvizsgálat során a korlátozások jelentősen enyhültek, így az Egyesült Államok és a Koreai Köztársaság végül megállapodott az iránymutatások eltörlésében. Közvetlenül ezután, Dél-Korea csatlakozott a NASA által vezetett robotizált és emberes Artemis holdkutatói programhoz, és 2021-ben létrehozta az Űrpolitikai Kutatóközpontot. 2022-ben saját fejlesztésű orbitális hordozórakétát indított, a *KSLV-II*-t, és létrehozta az első koreai műholdas pontosságnövelő rendszert (KASS). Dél-Korea 2022 augusztusában sikeresen elindította a koreai Pathfinder Hold körül keringő műholdrendszer (KPLO) projekt keretében a *Danuri* néven is ismert űrszondát, amely 2022-ben átlépte az 1-es Lagrange-pontot, és több mint 130 napon át sikeresen teljesítette az összes küldetést. Ezzel Dél-Korea a 7. ország, amely űrhajójával holdkutatói küldetéseket hajt végre.

A Koreai Köztársaság az űrmegállapodások szempontjából továbbfejlesztette az űrjogot. Kidolgozták a távközlési üzleti törvényt (2013), az SSA-szolgáltatásról és információmegosztásról szóló egyetértési megállapodást (2014), a műsorszórás kommunikáció fejlesztéséről szóló kerettörvényt (2015), az internetes multimédiás műsorszórás szolgáltatásokról szóló törvényt (2015) és a rádióhullámokról szóló törvényt (2015), valamint a Korea



és az Egyesült Államok közötti, űrkutatási együttműködési megállapodást (2016).

Mivel Japán szinte minden területen saját technológiát fejlesztett ki, úgy tűnik, hogy nagyobb hangsúlyt fektet a jogi és biztonsági kérdésekre. Ami az űrjogot illeti, Japán 2012-ben módosította az alapvető űrtörvényt és hatályba léptette az űrtevékenységekről szóló törvényt (2016), valamint a műholdas távérzékelési adatok megfelelő kezelésének biztosításáról szóló jogszabályt. Emellett a nemzetvédelem érdekében elindította az első X-sávú védelmi kommunikációs műholdat, a *Kirameki-2-t*, 2016-ban pedig megalakította a Nemzetvédelmi Program Irányelveit, továbbá 2020-ban megépítette az Ūrműveleti Századot, 2022-ben pedig az Ūrműveleti Csoportot.

E teljes körű űrverseny eredményeként a NEA-országok az űrfejlesztés területén a legfejlettebb csoportok közé tartoznak. Japán bekerült a legfejlettebb űrhatalmak közé, Dél-Korea pedig helyett kapott a részlegesen vezető űrtechnológiai országok között. Észak-Korea besorolása nehezen állapítható meg megbízható információk hiányában.<sup>4</sup>

Ezért a NEA-országok nemcsak a jelenben, hanem a közeljövőben is alapvető szerepet játszanak az űrbiztonságban, űrpolitikájuk és űrjoguk elemzése alapvető fontosságú a jövőbeli űrbiztonság szempontjából.

A jelen fejezet Japán, Dél-Korea és Észak-Korea jelenlegi űrpolitikáját, űrbeli nemzetvédelmét és 2022-es költségvetését vizsgálja. A költségvetés elemzése ugyanis elengedhetetlen ahhoz, hogy az egyes szakpolitikákat különböző szempontokból érthessük meg.

## Japán űrpolitika, az űrbeli nemzetvédelem és a költségvetés

### A jelenlegi japán űrpolitika: a 4. űrpolitikai alapterv (2020)

Mint korábban említettük, Japán kezdettől fogva túlnyomórészt tudományos és technológiai területeket fejlesztett, nem pedig az űr békés célú felhasználásának elvén alapuló törvényeket és politikát. A legfrissebb űrpolitikát (2020) tekintve azonban megállapítható, hogy űrfejlesztése már nem korlátozódik a tudományra és a technológiára, hanem űrpolitikáját minden területre

<sup>4</sup> Hyoung Joon An: Issues of Future-Oriented National Space Development Governance Reorganization (미래지향적 국가우주개발 거버넌스 개편의 이슈와 쟁점), The 5th Joint Space Policy Forum between KOFST (Korean Federation of Science and Technology Societies) and SPREC (Space Policy Research Center) (한국과총-SPREC 제5회 공동 우주정책포럼), 2022, [https://stepi.re.kr/site/sprec/ex/bbs/View.do?pageIndex=1&bcldx=38407&cbldx=1392&mode=&viewIndex=3&searchYear=&searchMonth=&tgTypeCd=SUB\\_CONT&searchKey=](https://stepi.re.kr/site/sprec/ex/bbs/View.do?pageIndex=1&bcldx=38407&cbldx=1392&mode=&viewIndex=3&searchYear=&searchMonth=&tgTypeCd=SUB_CONT&searchKey=) (A letöltés ideje: 2022. 04. 14.)

kiterjesztette, így a biztonságra, a társadalomra, a gazdaságra, az innovációra és az emberi erőforrásokra. (Lásd 5. táblázat.)

5. táblázat: A negyedik űrpolitikai alapterv (2020)<sup>5</sup> (Szerkesztette: Kim Mo Rang)

Területek	Tevékenységi irányok
A japán űrpolitikát övező helyzetismeret	A világűr növekvő jelentősége a nemzetbiztonság szempontjából
	A társadalom növekvő függősége az űrrendszerektől
	A világűr fenntartható és stabil használata elleni súlyos beavatkozás esélye
	Más országok növekvő űrtevékenysége
	A magánszektor űrtevékenységének bővülése és az új üzleti modellek megjelenése
	Az űrtevékenység bővülő területei
A japán űrpolitika céljai	A tudomány és technológia gyors fejlődése
	Hozzájárulás a nemzeti érdek érvényesítéséhez
	A japán űrtevékenység átfogó alapjának megerősítése, beleértve az ipari, tudományos és technológiai alapokat is
Az űrpolitikát előmozdító alapállás	Célorientált megközelítés
	A magánszektor képességeinek maximális kihasználása
	Az emberi erőforrások és a pénzeszközök hatékony felhasználása
Az űrpolitika konkrét megközelítései	Stratégiai együttműködés a szövetségesekkel és partnerekkel
	A világűr biztonságának garantálása
	Hozzájárulás a katasztrófavédelemhez, a nemzeti ellenállóképességhez és a globális kihívások kezeléséhez
	Új tudás létrehozása az űrtudományok és az űrkatatás révén
	A gazdasági növekedés és az innováció megvalósítása, amelynek mozgatórugója a világűr
Az űrtevékenységet támogató ipari, tudományos és technológiai alapok fejlesztése	

Az űrköltségvetésben a tudomány és a technológia kiemelten fontos területek. Az összesen 521,9 milliárd jenből 221,2 milliárd jen túlnyomórésztben a tudományra és a technológiára irányult, ami a teljes űrköltségvetés mintegy 42,4%-át teszi ki.<sup>6</sup> Ezen belül az űrkatatási ágazat 22,3%-kal, a műholdas ágazat (öt műholdas projekt) pedig 18,7%-kal részesedett. (Lásd 6. táblázat.)

<sup>5</sup> Cabinet Office (内閣府): Outline of the Basic Plan on Space Policy (2020). Implementation Plan of the Basic Plan on Space Policy, [https://www8.cao.go.jp/space/english/basicplan/2020/abstract\\_0825.pdf](https://www8.cao.go.jp/space/english/basicplan/2020/abstract_0825.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 04. 14.)

<sup>6</sup> Cabinet Office: Space-related budgets in the initial budget for FY2022 and the supplementary budget for FY2021 (令和4年度当初予算案及び令和3年度補正予算における宇宙関係予算について), 2022, [https://www8.cao.go.jp/space/budget/r04/fy4\\_yosan\\_fy3hosei.pdf](https://www8.cao.go.jp/space/budget/r04/fy4_yosan_fy3hosei.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 04. 14.)



6. táblázat: A tudományos és technológiai ágazat költségvetési tétele<sup>7</sup>  
(készítette: Kim Mo Rang)

Oktatási, Kulturális, Sport- és Technológiai Minisztérium			
Terület	Feladatok	Költségvetés (milliárd jen)	%
Űrkutatás	1. Kutatás és fejlesztés az Artemisz projekt számára	40,2	22,33
	2. Mars-holdakat Felfedező Projekt (MMX)	9,2	
Rakéta	3. A H-III rakéta fejlesztése és továbbfejlesztése	20,5	9,27
	4. Fejlett radaros műhold (ALOS-4) fejlesztése	9,6	
Műholdak	5. A 9-es számú tesztműhold (ETS-9) kifejlesztése	7,8	16,99
	6. Röntgenspektroszkópiai képalkotó műhold fejlesztése (XRISM) fejlesztése	11,6	
	7. Műholdkonstellációval kapcsolatos kutatás	8,6	
Szállítás	8. Kutatás és fejlesztés a jövőbeli űrszállítási rendszer létrehozásához szükséges ütemterv megalkotásához	3,8	1,71
N/A	N/A	109,9	49,7
Összesen		221,2	100

## Nemzetvédelem az űrben

### Űrkutatási együttműködés a védelem területén

A japán nemzetbiztonsági Fehér Könyv szerint Japán az Egyesült Államokkal 2009-ben létrejött megállapodás alapján szervezi a két ország közötti űrkutatási együttműködést, amely a polgári területi kutatásokra, az űrbiztonságra és az űrpolitikára terjed ki. A két ország 2015-ben létrehozta az Űrügyi Együttműködési Munkacsoportot (SCWG), és megállapodott abban, hogy megosztják egymással az űrpolitikai tapasztalatokat, valamint együttműködnek a szakértők és szimulációs gyakorlatok végrehajtásában.<sup>8</sup> Emellett a védelmi minisztérium (MoD) és a Japán Önvédelmi Erők (SDF) úgy döntöttek, hogy megosztják az űrpolitikával kapcsolatos katonai tapasztalatokat is az amerikai fegyveres erőkkel, és előmozdítják a többoldalú együttműködést különböző területeken, például a világűrbeli helyzetismeret (SSA) terén.<sup>9</sup>

A 2022-es japán űrköltségvetés második legnagyobb részét a védelmi ágazat kapta, 18,56%-ot (96,9 milliárd jen). (Lásd 7. táblázat.)

<sup>7</sup> Uo.

<sup>8</sup> Ministry of Defense, Defense of Japan (2022). 291.

<sup>9</sup> Uo. 385.



7. táblázat: A védelmi ágazat részletes költségvetési tételei<sup>10</sup>  
(Szerkesztette: Kim Mo Rang)

Védelmi minisztérium			
Terület	Feladatok	Költségvetés (milliárd jen)	%
Információk megosztása	A világűr-helyzetismeret (SSA) megerősítése	15,8	87,3
	Az információgyűjtési és kommunikációs képességek megerősítése a világűr felhasználásával	68,8	
Védelem	A műholdas konstellációk rakétavédelmi célú felhasználásának tanulmányozása	1,7	1,7
N/A		10,6	11
Összesen		96,9	100

## Kvázi-zenit műholdrendszer (QZSS)

2018-ban Japán megkezdte a kvázi-zenit műholdrendszer (QZSS) kísérleti üzemeltetését a következő szolgáltatások tekintetében: 1) Műholdas helymeghatározási, navigációs és időzítési szolgáltatás (PNT), méter alatti szintű pontosságnövelő szolgáltatás (SLAS), centiméteres szintű pontosságnövelő szolgáltatás (CLAS).<sup>11</sup> A QZSS regionális műholdas rendszer japán GPS-ként értelmezhető, ami azt jelenti, hogy kiterjeszthető a hosszúsági fokokkal rendelkező ázsiai-csendes-óceáni régiókra.<sup>12</sup> Másik nagy előnye, hogy GPS-szel integráltan használható, ami stabil, nagy pontosságú helymeghatározást eredményez.<sup>13</sup>

Japán 2021-ben indította el a QZS-1R-t az amerikai űrhelyzeti érzékelőkkel (SSA). Ez azt mutatja, hogy a QZSS képes kihasználni a nagy magasságból adódó előnyét az amerikai légierő űrhelyzet-felismerő (SSA) rendszerének támogatására, és még az ellenséges műholdak helyzetét is figyeli. Ezek az USA és Japán által tett lépések békés célú felhasználási módnak tekinthetők a Kína és Oroszország elleni műholdkiszolgálás biztosítása érdekében. Ezzel párhuzamosan azonban az SSA és a QZSS kombinációja az ellenséges műholdak megsemmisítésére is alkalmas lehet, ami biztonsági dilemmát teremtett a világűrben, és intenzívebb versenyhez vezetett a NEA-országok között.

<sup>10</sup> Cabinet Office: Space-related budgets in the initial budget for FY2022 and the supplementary budget for FY2021, 2022, [https://www8.cao.go.jp/space/budget/r04/fy4\\_yosan\\_fy3hosei.pdf](https://www8.cao.go.jp/space/budget/r04/fy4_yosan_fy3hosei.pdf) (A letöltés ideje: 2022. 04. 14.)

<sup>11</sup> QZSS, Start of QZS-4 Trial Service, 2018, [https://qzss.go.jp/en/overview/notices/trial-qzs4\\_180112.html](https://qzss.go.jp/en/overview/notices/trial-qzs4_180112.html).

<sup>12</sup> QZSS, What is the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)? [https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02\\_why.html](https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02_why.html) (A letöltés ideje: 2022. 09. 30.)

<sup>13</sup> QZSS, Advantages of QZSS, <https://qzss.go.jp/en/overview/services/superiority.html> (A letöltés ideje: 2022. 09. 30.)



## Űrműveletek

2020-ban a Japán Önvédelmi Erők a tervezettnél két évvel korábban létrehozták a világűr műveleti térként használó Űrműveleti Századot, hogy megvalósulhasson az Egyesült Államokkal való információmegosztás. 2019-ben ugyanis az amerikai fegyveres erőkön belül létrejött az Egyesült Államok Űrereje (USSF), ezért szükség volt egy olyan katonai Űrműveleti szervezetre, amely együtt tud működni az USSF-fel.<sup>14</sup>

Annak érdekében, hogy biztosítsák Japán jelenlétét a világűrben, 2022-ben létrehozták az Űrműveleti Erőt, beleértve a 2020-ban létrehozott Űrműveleti Századot és az Önvédelmi Erők űrtevékenységét irányító egységeket. Az űrerők fő feladata az SSA, amely az űrszemét vagy más országok mesterséges műholdjainak mozgását követi nyomon.<sup>15</sup> Az új haderőnem felállításához szükség volt az alkotmány módosítására is, máskülönben nem lehetett volna az űregyüttműködést megvalósítani az Egyesült Államokkal. Az elmúlt két évben tehát az űrbiztonság sokat fejlődött Japánban, bár a szakértők ezt csak a kezdetnek tekintik.

## Dél-koreai űrpolitika, az űrbeli nemzetvédelem és a költségvetés

### A Koreai Köztársaság jelenlegi űrpolitikája

Jun Szogjol kormányának 110. nemzeti kormányzati nagyprojektje<sup>16</sup>

Dél-Koreában 2022-ben új kormány lépett hivatalba, amely elsőként prioritálta az űrhatalommá válást a 110. nemzeti kormányzati nagyprojekt meghirdetésével. Jelenleg hat olyan ország van, amely képes hordozóeszközök és műholdak indítására, űrkutatásra és a műholdas navigáció kiépítésére: az Egyesült Államok, Oroszország, Európa, Kína, Japán és India. Ezzel összefüggésben a dél-koreai kormány célja, hogy a 110. kormányzati nagypro-

<sup>14</sup> Cho Ki-won (조기원): Why did Japan establish the 'Space Operation Squadron' without a specific action plan (일본 구체적 활동계획 없이 '우주 작전대' 창설한 이유는), The Hankyoreh (한겨레), 20 May 2020, <https://www.hani.co.kr/arti/international/japan/945613.html> (A letöltés ideje: 2022. 10. 14.)

<sup>15</sup> Lee Se-won (이세원): Japan launches a satellite surveillance unit... "Securing superiority in space is important" (일본, 위성 감시부대 발족... "우주에서 우위 확보 중요), Yonhap News (연합뉴스), <https://www.yna.co.kr/view/AKR20220319020700073> (A letöltés ideje: 2022. 10. 14.)

<sup>16</sup> The 20th Presidential Transition Committee (제20대 대통령직인수위원회): The 110th National Task of the Yoon Suk-yeol's administration (윤석열정부 110대 국정과제), 2022. 134. (A letöltés ideje: 2022. 11. 30.)

jekt révén az új űrképességekkel a világ hét legnagyobb űrhatalmának egyikévé váljon.

### Az űrfejlesztés előmozdításának 3. alapterve (2018–2022)

Az alapterv hat kulcsfontosságú stratégiájából öt a technológiához kapcsolódik. (Lásd 8. táblázat.) Az első és a második stratégia már meghozta az eredményt, mivel 2022-ben Korea sikeresen indította hazai technológiával készült űrjárművét és műholdját. A harmadik stratégia az űrkutatás beindítása, aminek keretében 2022 augusztusában egy holdszondát is sikerült felbocsátania, és jelenleg a küldetés sikeres befejezésére vár.

8. táblázat: A harmadik űrfejlesztést ösztönző alapterv (2018–2022)<sup>17</sup>

Hat kulcsfontosságú stratégiai irány	Legfontosabb feladatok
Űrhajóhordozó rakéta technológiai függetlenség	A koreai űrrakéta indítása
	A sikeres indítástámogató rendszer létrehozása
	A hordozórakéta-technológia folyamatos fejlesztése
	Szilárd hajtóanyagú rakéták és indítólétesítmények fejlesztése
Műholdas felhasználási szolgáltatás és a fejlődés előmozdítása	A műholdas szolgáltatás fejlesztése a közélet és a közbiztonság érdekében
	Hatékony nemzeti műholdfejlesztési és -hasznosítási rendszer létrehozása
Az űrkutatás megkezdése	A holdkutatás fokozása
	Az űrbázisú megfigyelés fejlesztése
	Különböző űrtudományi és űrkutatási tevékenységek előmozdítása
A koreai helymeghatározó rendszer (Korean Positioning System, KPS) létrehozása	Előzetes vizsgálat elősegítése az építési megvalósíthatóság és a specifikációk megerősítése érdekében
	A KPS-stratégia megvalósítása és a meghajtótechnológia előkészítése
Űrtechnológiai innovációs ökoszisztéma létrehozása	Több innovátor támogatása
	Alapvető űrtechnológiák fejlesztése
	A meghajtórendszerek fejlesztése
Az űripar előmozdítása és munkahelyek teremtése az űrszektorban	A globális űrkutatási kooperáció fejlesztése
	Az űripar infrastruktúrájának bővítése és a magánvállalkozások részvétele.
	A fiatalok vállalkozói kedvének élénkítése az űragaztatban
	Az űrszakértők támogatása és utánpótlás biztosítása

A 8. táblázattal kapcsolatban két dolgot kell megemlíteni. Az ötödik stratégiai irány az űrinnovációs ökoszisztéma létrehozását célozza, amellyel

<sup>17</sup> Space Development Promotion Working Committee (우주개발진흥실무위원회): The 3rd Space Development Promotion Basic Plan (2018-2022), 2022, Implementation Plan (draft) (제3차 우주개발 진흥 기본계획 ('18-'22) 2022년도 시행계획(안), 2022, Space, Nuclear and Big Science Policy Bureau, Ministry of Science and ICT (과학기술정보통신부 거대공공연구정책과). 160-161.



Dél-Korea, Japánhoz hasonlóan, a globális űrkutatási együttműködés erősítését tervezi. Az űrinnovációs ökoszisztéma fejlesztésére az űrköltségvetés 8,6 milliárd koreai wont (KRW) tervezett. A hatodik stratégiai irány az űripar fejlődését szolgálja, amelyen belül nagy figyelmet szentel a humán erőforrás képzésének (pl. a fiatalok vállalkozói kedvének élénkítése, a középiskolai diákok és főiskolai hallgatók támogatása).<sup>18</sup>

9. táblázat: Az űrtechnológiai innovációs ökoszisztéma részletei<sup>9</sup>  
(Szerkesztette: Kim Mo Rang)

Űrtechnológiai innovációs ökoszisztéma (Egység: egymillió KRW)	2021 (A)	2022 (B)	Növekedés és csökkenés	
			(B-A)	(%)
Dél-Korea és az Egyesült Államok közös kutatása egy polgári holdkomp hasznos teherbírására vonatkozóan	4,200	5,800	1,600	38,1
Vételi rendszer kifejlesztése és nemzetközi kutatási együttműködés	50	500	500	900
A nemzetközi űregyüttműködésre irányuló alapítvány létrehozása	1,070	570	-500	-48,6
Az űrkutatás előmozdítása nemzetközi együttműködés révén	0	0	0	0
SPHEREx (Spectro-Photometer for the History of the Universe, Epoch of Reionization, and Ices Explorer) nemzetközi közös fejlesztés	1,739	1,726	-13	-0,7

## Nemzetvédelem az űrben

### A védelmi űrhatalom fejlesztésének alapterve

Dél-Korea Fehér Könyve (2020) szerint a Nemzetvédelmi Minisztérium (MND) 2018-ban részt vett az űrfejlesztés előmozdítására vonatkozó alapterv felülvizsgálatában, amely megalapozta a katonai felderítő műholdak és az űrfenyegetést figyelő rendszerek fejlesztését. 2019-ben az MND felülvizsgálta a védelmi űrhatalom fejlesztésére vonatkozó alaptervet.

Ennek jegyében Dél-Korea 2019-ben létrehozta első űregységét, a Koreai Köztársaság légierejének műholdfelügyeleti ellenőrző egységét a felügyeleti képességek biztosítása érdekében, amelyet 2020-ban Légierő Űrműveleti Egységgé neveztek át. Ezenkívül első alkalommal indított saját katonai kom-

<sup>18</sup> Uo. 159.

<sup>19</sup> Uo.

munikációs műholdat, és elérte, hogy a 10. ország legyen, amely katonai műholddal rendelkezik.<sup>20</sup>

10. táblázat: A Nemzetvédelmi Minisztérium űrfejlesztési költségvetésének részletei<sup>21</sup>  
(Szerkesztette: Kim Mo Rang)

A Nemzetvédelmi Minisztérium űrfejlesztési költségvetésének részletei (egység: egymillió KRW)		2021 (A)	2022 (B)	Növekedés és csökkenés		Irányítórészleg
				(B-A)	(%)	
<b>Összesen</b>		<b>617,124</b>	<b>733,977</b>	<b>116,853</b>	<b>18,9</b>	
Űrkutatás	A világűr eredetű fenyegetéseket vizsgáló ügynökség működésének és együttműködésének fejlesztése	0	0	0	-	MND (Légierő)
Űrtechnológiai Innovációs Ökoszisztéma	Dél-Korea és az Egyesült Államok védelmi és űrkutatási együttműködésének megerősítése	0	0	0	0	ROKAF HQ, az MND űrközpontja

A 10. táblázat azt mutatja, hogy az MND számára 2021-ben és 2022-ben nem különítettek el költségvetést a világűr kutatására. A Nemzetvédelmi Minisztérium űrfejlesztési költségvetésének két kategóriája van: (1) űrkockázat-ellenőrzés az űrkutatásban és (2) a Koreai Köztársaság és az Egyesült Államok védelmi és űrkutatási együttműködése az űrinnovációs ökoszisztémában. Az MND költségvetésének e két kategóriája a „védelmi szemléletű űrkutatási együttműködés” kontextusában értelmezhető. Emellett nehéz nem észrevenni, hogy az MND keretében folytatott űrkutatási együttműködés nem a jelenlegi prioritás.

## Az Egyesült Államok és a Koreai Köztársaság űrkutatási együttműködése a nemzetvédelem területén

Az amerikai-japán együttműködéshez hasonlóan az USA és Dél-Korea is aláírta a nemzetvédelem területén az SSA-szolgáltatásról és -információmegosztásról szóló egyetértési megállapodást 2014-ben. Ennek alapján a két ország megosztja egymással az SSA-információkat, és az SCWG-n keresztül reagál az űrfenyegetésekre. Más szóval a fegyveres erők SSA-információkat

<sup>20</sup> Defense Policy Division/Policy Planning Bureau (편찬 정책기획관실 기본정책과): 2020 Defense White Paper (2020 국방백서), 2020, Ministry of National Defense (서울: 대한민국 국방부), Seoul. 76.

<sup>21</sup> Space Development Promotion Working Committee: The 3rd Space Development Promotion Basic Plan (2018-2022) 2022 Implementation Plan (draft), 2022, Space, Nuclear and Big Science Policy Bureau, Ministry of Science and ICT, 7-9.



kapnak az amerikai űrparancsnokságtól. Emellett az USA és Japán űrkutatási együttműködéséhez hasonlóan az USA és Dél-Korea két- és többoldalú közös gyakorlatokon és kiképzéseken keresztül működik együtt, és keresi a lehetőséget űrszakértők képzésére.<sup>22</sup>

## Észak-Korea űrpolitikája, űrbeli nemzetvédelem és költségvetés

Elszigetelt államként Észak-Korea nem hozta nyilvánosságra űrpolitikáját és védelmi célú nemzeti űrstratégiáját. Ezért nemzetvédelmi okokból az észak-koreai űrpolitikára vonatkozó kutatási adatok csak korlátozott mértékben szerezhetők meg. Észak-Korea úgy véli, hogy csak az információk elzárásával tudja biztosítani a nemzet védelmét, végezhet űrkutatásokat az Egyesült Államok, Oroszország és Kína ellenében.<sup>23</sup>

### A Koreai Népi Demokratikus Köztársaság jelenlegi űrpolitikája

#### Az űrhajóhordozó eszközök és a rakéták közötti hasonlóságok és ambivalenciák

Észak-Korea zárt stratégiai jellege, valamint az űrhajóhordozó eszközök és rakéták közötti hasonlóság felerősíti az ambivalenciát és a kölcsönös bizalmatlanságot. Phenjan más országokhoz hasonlóan ragaszkodik ahhoz, hogy az űr békés célú használata az ENSZ által garantált szuverén jog. Ezért, mivel az Észak-Korea által indított rakéták, illetve űrhajóhordozó eszközök jelentős hasonlóságot mutatnak, az ország zárt és ambivalens hozzáállása miatt a nemzetközi közösség az űrfejllesztést rakétafejllesztésként értelmezheti félre, és fenyegetésként tekinthet rá.

Az ENSZ Leszerelési Ügyek Hivatala által kiadott leszerelési útmutató szerint „technikai szempontból nem tehető különbség a rakéták között (angolul: rockets and missiles), és a kifejezéseket gyakran felcserélve használják”.<sup>24</sup> Más szóval az az űrhajóhordozók (rockets) és az interkontinentális ballisz-

<sup>22</sup> Uo. 77.

<sup>23</sup> Song Geun Ho (Song): A Study on North Korea's Space Development Threats Analysis and a Proposal on Korea Armed Forces' Countermeasures (북한의 우주개발 위협 현황 분석과 한국군의 대응 방안에 대한 제언 연구), The Quarterly Journal of Defense Policy Studies, 37(1), 2021 (국방정책연구 2021년 봄 37-1), Korea Institute for Defense Analyses (서울: 한국국방연구원), Seoul. 114., [https://www.kci.go.kr/kciportal/landing/article.kci?arti\\_id=ART002706311](https://www.kci.go.kr/kciportal/landing/article.kci?arti_id=ART002706311) (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)

<sup>24</sup> Melissa Gillis: Disarmament A Basic Guide. United Nations Office for Disarmament Affairs United Nations, New York. 63.

tikus rakéták (ICBM) alaptechnológiája ugyanaz. Az általuk hordozott hasznos teher típusa és a repülési útvonaluk azonban különbözik. Ha egy műholdat szerelnek fel rá, akkor az adott rakéta hordozóeszközzé válik, ha egy robbanófejet, akkor interkontinentális ballisztikus rakéta lesz belőle. Nehéz objektíven megállapítani, hogy egy adott esetben milyen rakétatípusról van szó, ami bizalmatlanságot okoz a nemzetközi közösségben. Észak-Korea is jól ismeri ezt a problémát, amely komoly akadályt jelenthet az űrkapacitás fejlesztésében, ezért a Koreai Népi Demokratikus Köztársaság megváltoztatta stratégiáját, hogy megfeleljen a nemzetközi jogi kötelezettségeknek. A következőkben bemutatjuk, hogy Észak-Korea hogyan igyekezett nemzetközi elismerést szerezni a nemzetközi jogi kötelezettségek betartása révén.

## A változó észak-koreai űrpolitika jellemzői

### A nemzetközi jog betartása

Észak-Korea szuverén, békés célú űrfejlesztését mutatja, hogy az ország 2009. március 6-án csatlakozott az űrszerződéshez, és március 10-én letétbe helyezte az űreszközök nyilvántartásáról szóló aláírt egyezményt. Március 11-én a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezetet (ICAO) és a Nemzetközi Tengerészeti Szervezetet (IMO) is értesítették az indítással kapcsolatos információkról,<sup>25</sup> ami az első eset volt annak demonstrálására, hogy Phenjan betartja a nemzetközi jogot. Az Észak-koreai Nemzeti Űrügynökség 2015. október 15-én szeretett volna csatlakozni a Nemzetközi Asztronautikai Szövetséghez (IAF), de ennek elfogadásához az IAF szerint az észak-koreai félnek tartósan és minden kétséget kizáróan kell bizonyítania, hogy megfelel az IAF kizárólag békés célú tevékenység folytatására vonatkozó kritériumainak.<sup>26</sup> Sajnos az észak-koreai szervezet azóta sem tagja az IAF-nak,<sup>27</sup> bár Észak-Korea többször is hangsúlyozta az űrtevékenységeivel kapcsolatos békés célokat. Az ország megszavazta és támogatta az 1. Átláthatóság és bizalomépítő intézkedések a világűrben végzett tevékenységekben,<sup>28</sup>

<sup>25</sup> Cho Hong Je (조홍제): Space Development and Law in Asia (아시아 우주개발과 우주법), The Justice (저스티스), Korean Legal Center (한국법학원), 2017. 476–503., <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07102645> p.495 (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)

<sup>26</sup> Choi Eun-suk (최은석): Enactment of the Space Development Law in North Korea & Strategic Rocket (북한의 「우주개발법」 제정과 전략로켓), Military Forum, vol. 90, 2017 (군사논단 제90호(2017년 여름)), Korea Association of Military Studies (서울: 한국군사학회), Seoul. 112.

<sup>27</sup> International Astronautical Federation – IAF, All IAF members (iafastro.org) (A letöltés ideje: 2024. 05. 31.)

<sup>28</sup> United Nations General Assembly: Transparency and confidence-building measures in outer space activities: resolution/adopted by the General Assembly, 7 December 2020. United Nations Digital Library, <https://digitallibrary.un.org/record/3893840?ln=en> (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)



a 2. Fegyverek első elhelyezése a világűrben tilos!;<sup>29</sup> valamint a 3. További gyakorlati intézkedések a fegyverkezési verseny megelőzésére a világűrben című határozatokat.<sup>30</sup>

### A KNDK Űrszövetségének létrehozása

2016 júniusában Észak-Korea létrehozta a Koreai Népi Demokratikus Köztársaság Űrszövetségét, hogy előmozdítsa a világűr békés fejlesztését és használatát, illetve hogy elkerülje a nemzetközi közösség kritikáját, amiért indokoltnak tartja a műholdak nagy hatótávolságú rakétákkal (missiles) történő indítását. Az Űrszövetség tudósokból, mérnökökből, professzorokból és űrtechnológiai alkalmazásokkal foglalkozó kutatókból álló magánszervezet.<sup>31</sup>

### A műholdkutató központ bővítése és átszervezése

A nemzetközi közösségnek az észak-koreai űrfejlesztéssel kapcsolatos gyanakvására válaszul Észak-Korea kibővítette és „műholdkutató központtá” szervezte át a Nemzeti Űrkutatási Fejlesztési Igazgatóság alá tartozó műholdkutató intézetét. Ezzel is azt szerette volna elérni, hogy a nemzetközi közösség az általa indított rakétákat (missiles) tudományos célú műholdak és űrhajóhordozó eszközök indítását szolgáló rakétákként (rockets) ismerje el.<sup>32</sup>

### Észak-Korea ötéves nemzeti űrfejlesztési terve

Észak-Korea Japánhoz és Dél-Koreához hasonlóan rendelkezik űrprogrammal, de a dokumentum nyilvánosan nem hozzáférhető. A bejelentések alapján rekonstruálható, hogy a Föld-megfigyelő műholdja a Nemzeti Űrfejlesztés első ötéves terve révén állt pályára. A Nemzeti Űrfejlesztés második ötéves terve 2016-ban indult, de a harmadik űrprogramot még nem jelentették be.

A második ötéves űrfejlesztési program szerint az űrfejlesztés célja a gazdaság fejlődéséhez és az emberek életéhez nélkülözhetetlen tudományos

<sup>29</sup> United Nations General Assembly, No first placement of weapons in outer space: resolution/ adopted by the General Assembly, 6 December, United Nations Digital Library, <https://digital-library.un.org/record/3950574?ln=en> (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)

<sup>30</sup> United Nations General Assembly, Further practical measures for the prevention of an arms race in outer space: resolution/adopted by the General Assembly, 2021-12-24, United Nations Digital Library, <https://digitallibrary.un.org/record/3952168?ln=en> (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)

<sup>31</sup> Choi: i. m. 102.

<sup>32</sup> Jeong Tae-Joo (정태주): Satellite research institute under the NADA Center... 'Peaceful space development' for justification?, Daily NK, 16 June 2022, (국가우주개발국 산하 연구소→센터로... '평화적 우주개발' 명분용?), <https://www.dailynk.com/20220616-4/> (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)



és technológiai problémák megoldása a nemzeti érdekek, valamint az űrtudomány és -technológia békés célú felhasználásával.<sup>33</sup>

Az észak-koreai újság, a Rodong Sinmun szerint Phenjan 2022 augusztusában felülvizsgálta és kiegészítette az űrfejlesztési törvényt, hogy az űrfejlesztési tevékenységek belső és nemzetközi jogszabályi feltételei is biztosítva legyenek.<sup>34</sup> Ebből a tényből kiindulva logikus az a következtetés, hogy Észak-Korea az előző tíz évnél is jobban fejleszti az űr kutatást, és arra törekszik, hogy elnyerje a nemzetközi közösség elismerését.

## Költségvetés

Észak-Korea űrfejlesztéssel kapcsolatos költségvetési adatait soha nem hozták nyilvánosságra. A Rodong Sinmun szerint azonban 2022 februárjában a tudományos és technológiai beruházások 100,7%-kal nőttek az előző évhez képest, amelyből 15,9%-ot a nemzeti védelmi erő megerősítésére fordítottak.<sup>35</sup> A hírek arra engednek következtetni, hogy Észak-Korea további űrfejlesztési tevékenységre törekszik, de ennek az olvasatuknak a hitelessége még további vizsgálatot igényel.

## Nemzetvédelem az űrben

Észak-Korea űrtörténete 2012 óta gyorsan fejlődött, jelentős változásokat hozott az észak-koreai biztonságpolitikában az elmúlt évtizedben: létrejöttek a Koreai Néphadsereg Stratégiai Rakétaerői, az *Unha-2* rakétával sikeres első rakétatesztet végeztek. A hadászati rakétaerők felállítása Kim Dzsongun beszéde révén kapott nyilvánosságot, amely a rakétaerőket a szárazföldi csapatoktól, a haditengerészettől és a légierőtől elkülönült, független haderőnemként mutatta be. A források szerint 2014. október 12-én a Scud, a No-dong és a Musudan rakétadandárokot integrálták a Stratégiai Rakétaerőkbe,

<sup>33</sup> Jung A-Ran Jung (정아란): North Korea's 2nd Five-year plan for National Space Development... Emphasis on "peaceful use" (제2차 우주개발 5개년 계획 소개한 북한... "평화적 이용" 부각), Yonhap News, 2 April 2020, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200402065700504> (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)

<sup>34</sup> The Rodong Sinmun (로동신문): The 21st Plenary Session of the 14th Presidium of the Supreme People's Assembly of the Democratic People's Republic of Korea (조선민주주의인민공화국 최고인민회의 상임위원회 제14기 제21차전원회의 진행), 8 August 2022, The Rodong Sinmun (로동신문), [http://www.rodong.rep.kp/ko/index.php?strPageID=SF01\\_02\\_01&newsID=2022-08-08-0001](http://www.rodong.rep.kp/ko/index.php?strPageID=SF01_02_01&newsID=2022-08-08-0001) (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)

<sup>35</sup> The Rodong Sinmun: National Budget Report to the Sixth Session of the 14th Supreme People's Assembly (최고인민회의 제14기 제6차회의에 제기한 국가예산보고), 8 August 2022, The Rodong Sinmun, [http://www.rodong.rep.kp/ko/index.php?strPageID=SF01\\_02\\_01&newsID=2022-02-08-0003](http://www.rodong.rep.kp/ko/index.php?strPageID=SF01_02_01&newsID=2022-02-08-0003) (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)



amelyet Stratégiai Erővé szerveztek át.<sup>36</sup> Ezt követően Észak-Korea hivatalosan semmilyen konkrét információt nem közölt az úrbiztonsággal kapcsolatban.

## Következtetések

Az elmúlt tíz évben a legintenzívebb verseny zajlott az északkelet-ázsiai országok űrfejlesztési történetében. Nem tagadható, hogy a NEA-régió országai gyors fejlődést értek el annak ellenére, hogy viszonylag későn kezdték az űrfejlesztést. A térség űrfejlesztési politikájának lényege a független technológia birtoklása önálló szakpolitikával, amely eltér például az európai országok – az ESA koordinációja melletti – együttműködésre törekvő űrpolitikájától.

A nemzeti úrbiztonság tekintetében az északkelet-ázsiai országok közötti együttműködés és integráció még mindig hiányzik. Dél-Korea és Japán az Egyesült Államokkal való kétoldalú együttműködés és az űrerők felállítása révén próbálja megteremteni az úrbiztonságot. Észak-Korea soha nem jelentett be hivatalos nemzeti úrbiztonsági stratégiát, mégis nemrégiben bevezették, kibővítették és átszervezték a Koreai Néphadsereg Stratégiai Rakétaerőit. Ezenkívül Phenjan továbbra is törekszik a nemzetközi jog betartására annak érdekében, hogy a rakéták fejlesztésének elismerését elnyerje a nemzetközi közösségtől. A rakétafajták (rocket/missile) közötti technológiai hasonlóságok és ambivalenciák miatt Északkelet-Ázsiában egy olyan ellenőrzési rendszer jelenthet megoldást, amely egyértelműen különbséget tud tenni a kétféle rakétafejlesztés között. Az ellenőrzési módszer csökkenthetné az aggodalmat és a feszültséget, és fenntarthatóbb biztonságot és békét hozhatna Északkelet-Ázsiába, ha Észak-Korea és a szomszédos országok ebben egyetértenének.

Ami az űrfejlesztés szempontjait illeti, Japán mintegy 37 évvel korábban kezdte meg azt, jelentős tudományos és technológiai eredményeket ért el, és elegendő tere van arra, hogy együttműködés keretében gondolkodjon a fejlesztéseken. Ezért jelenlegi politikája a többoldalú együttműködésen alapuló nemzetközi együttműködés kialakításával biztosítja a nemzetbiztonságot.

Bár Dél-Korea csak 30 éve foglalkozik űrkutatóval, és az ilyen irányú fejlesztések terén meglehetősen rövid múltra tekint vissza, nagyszerű eredményt ért el azzal, hogy a világ első tíz helyezettje közé került különböző

<sup>36</sup> Kim Gwi-geun (김귀근): "North Korea, integration and automation of missile forces... Rapid execution of Kim Jong-un's orders" ("北, 미사일전력 통합 자동화... 김정은 명령 신속 수행"), Yonhap News, 12 October 2014, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20141012023851043> (A letöltés ideje: 2023. 04. 14.)

űrkutatói területeken. Ma már nemcsak tudományos és technológiai projekteket valósít meg, hanem kutatásokat is végez szinte minden területen, például az űrpar, a biztonság, a környezetvédelem, a mezőgazdaság stb. területén. Kétoldalú együttműködést folytat az Egyesült Államokkal, emellett kölcsönös növekedésre és biztonságra törekszik az olyan, többoldalú együttműködésekön keresztül, mint amilyenek például az SSA keretében történő információmegosztás és az Artemis-projekt.

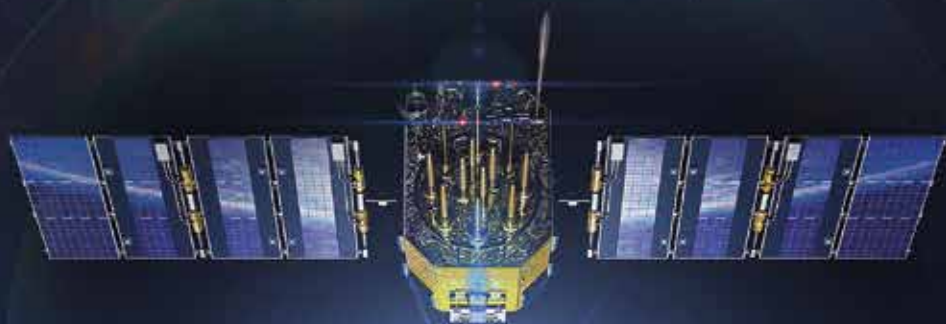
A nemzetközi közösségtől elszigetelt Észak-Korea szintén erőfeszítéseket tett saját űrfejlesztési törvényének felülvizsgálatára és a nemzetközi normáknak való megfelelésre a nemzetközi elismerés elnyerése érdekében. A rakéták és az űrhajóhordozó eszközök fejlesztése közötti technológiai hasonlóságot figyelembe véve Észak-Korea jövőbeli űrfejlesztésének és űrkutatói együttműködésének kulcsa az átláthatóság megteremtése.

A fentiekből kiindulva mindhárom ország teljes mértékben felismerte a fejlesztés és az együttműködés fontosságát az űrbiztonság területén, ami tükröződik politikáikban. Bár a technológiai eredményeik jelentősek, az űrjog és az űrpolitika kutatása terén még mindig viszonylagos hiányosságai vannak az Egyesült Államokhoz és Európához, az űrfejlesztés vezető szereplőjéhez képest. Ezért a jövőben számos kezdeményezésre van szükség ahhoz, hogy az északkelet-ázsiai kétoldalú együttműködésen túl többoldalú együttműködési politikákat alakítsanak ki.



## III. rész

# Űrrendszerek, űrtechnológia



# Űrrepülőgépek múltja, jelene és jövője

Óvári Gyula<sup>1</sup>

## Bevezetés

A repülőgépek fejlődésével, a hanghatárt átlépve, majd számottevően meghaladva, már a 50-es években felmerült az igény a hang terjedési sebességét lényegesen meghaladó utazósebességű, hiperszonikus repülőeszközök létrehozására, valamint a világűrbe történő kijutásra, ezt követően pedig más égitestekre történő utazásra is.

A kapcsolódó kutatásokat, fejlesztéseket meghatározóan befolyásolta a kor két szemben álló világhatalmának (USA és Szovjetunió) minden területen – így az űrhajózásban is – folytatott küzdelme az elsőségért. E versengésben 1957-ben az első mesterséges holdat, majd 1961-ben az első embert szállító űrhajót a szovjetek állították Föld körüli pályára, 1969-ben viszont az USA űrhajósai jutottak el elsőként a Holdra. Az e repülésekhez használt űrjárműveknek, valamint a később épült változataiknak is számos közös, kedvezőtlen sajátosságuk volt (csak egyszeri repülésre voltak alkalmasak, szűkek voltak az utasfülkéik, a fellépő nagy terhelések miatt a személyzetük csak vadászrepülőgép-vezetők közül kerülhetett ki). Ezért már a 70-es évekre megfogalmazódtak a továbblépéshez elengedhetetlen műszaki-technikai elvárások. A figyelem elsődlegesen az alkalmazásuk, működtetésük gazdaságossági-hatékonyági és környezetvédelmi mutatóinak lényeges javítására irányult, de már a kezdetektől törekedtek arra, hogy felmérjék az űrrepülőgépek katonai – esetlegesen támadó fegyverként is történő – alkalmazásának új lehetőségeit.<sup>2</sup> A további fontos követelmények között volt az űrjárművön egyszerre utazók létszámának növelése, a fedélzeten tartózkodás komfortfeltételeinek érdemi javítása. A minőségi előrelépés érdekében meg kellett teremteni a lehetőséget az űrutazásokon részt vevők körének bővítésére, olyan szakemberek (pl. orvosok, mérnökök, kutatók) utazására, akik egészségi, fizikai, pszichikai állapota, állóképessége átlagos. Ehhez viszont

<sup>1</sup> Óvári Gyula ny. ezredes, egyetemi tanár, az NKE professor emeritusa. E-mail: ovari.gyula@uni-nke.hu.

<sup>2</sup> Az űrkorszak kezdetén azonnal megindult a katonai versengés, mert stratégiai jelentőségét minden nagyhatalom azonnal felismerte. A hidegháborús korszak két szuperhatalma már a 60-as évektől elkezdte kísérleteit, az ellenséges műholdak elfogási, megsemmisítési vagy a pályájukról való eltérítési lehetőségeit kutatva. Ezekkel egy idő után felhagytak, mert akkor még túl drágák és technikailag nehézkesek voltak.

olyan szállító űreszköz létrehozása vált szükségessé, melyben a túlterhelés<sup>3</sup> a repülés során nem, vagy csak rövid időre haladja meg az  $n = 2-3$ -as értéket. A gazdaságos alkalmazás döntő követelményévé vált, hogy a kozmikus repülőeszköz alapvető építési egységei közül a lehető legtöbb és a legköltségesebbek (rakétafokozatok, a személy- és/vagy teherszállító fülkék) többször felhasználhatók legyenek.

Bebizonyosodott, hogy e követelmények teljesítése – a 70-es évek technikai színvonalán – leginkább olyan repülőszerkezettel volt megvalósítható, amely a földfelszín és az orbitális pálya közötti szakaszon legalább a visszatérésekor aerodinamikai elven működő repülőgépként haladva, a légkörön keresztül vezető útján, a hiperszonikus sebességről fokozatosan lassulva éri el a  $\sim 350$  km/h-s leszállósebességét. A világűrbe történő kijutáshoz, a Föld körüli pályára álláshoz és az ott megvalósított manőverekhez szükséges tolóerőt (impulzust) még napjainkban is rendszerint szilárd és/vagy folyékony, kémiai hajtóanyagú rakéták biztosítják.

## Az űrrepülőgép létrehozása és szerkezeti kialakítása

Az előzetes kutatások eredményeként, a létrehozandó űrjárművel szemben a konstruktőröknek már az 1970-es években az alábbi, *általános megrendelői elvárásokat* fogalmazták meg:

- legyen alkalmas 20-200 alkalommal Föld körüli keringési, ún. orbitális<sup>4</sup> pályára állva, 150–500 km magasságban, 1–30 napon keresztül a világűrben tartózkodva a fedélzetén utazó 5–7 fő megfelelő életfeltételeit és munkakörülményeit biztosítani, majd onnan a légkörön keresztül, siklórepülésben a meghatározott repülőterekre visszatérni;
- egyaránt hatékony kormányzervekkel rendelkezzen a világűrben orbitális, majd a légkörben szuborbitális hiper-, szuper-, transz és szubsonikus, azaz  $03 \leq M < 23$  M-szám<sup>5</sup> tartományban történő manőverek végrehajtására;

<sup>3</sup> Túlterhelés (n): a repülőeszköze (és a benne tartózkodókra) ható pillanatnyi, ún. felületi erők vektoriális eredőjének ( $\Sigma F$ ) és a súlyuknak (G) a hányadosa:  $n = \Sigma F/G$ .

<sup>4</sup> Orbitális az olyan űrrepülés, amelynek során egy űreszköz elérve a  $v \geq v_{1k}$  sebességet olyan repülési pályára áll, melyen legalább egy „kört” megtesz a világűrben a keringés központi égiteste körül.

<sup>5</sup> Mach-szám (M), a tényleges repülési sebesség (v) és az adott repülési magassághoz (H) tartozó hangsebesség (aH) viszonyozása, azaz  $M = v/aH$ . Amennyiben  $M < 1$ , szubszonikus,  $M \approx 1$  esetén transzszonikus,  $M = 1,1-5$  esetén szuperszonikus,  $M = 5-20$  esetén hiperszonikus,  $M < 23$  esetén szuborbitális és az  $M > 23$  ( $7,91$  km/s  $\leq v < 11,2$  km/s, mivel a légkörön kívül az M-szám nem értelmezhető) érték esetén orbitális (bolygó körüli) repülésről beszélünk.



- megfelelő kiegészítő berendezései legyenek a világűrben végrehajtandó dokkolási (más űreszközhöz való csatlakozási) és külső munkavégzési feladatok (pl. mesterséges holdak pályára állítása, begyűjtése vagy helyszíni javítása stb.) végrehajtására;
- aerodinamikai kialakítása tegye lehetővé a hajtómű nélküli hiperszonikus sebességű siklórepüléskor legalább a  $K_h > 1,4$  hiperszonikus jóság szám<sup>6</sup> elérését, ezáltal szükség esetén a tartalék repülőtér eléréséhez szükséges oldalirányú, kitérő manőverek végrehajtását.

A 60-as, 70-es években a felsorolt követelményeknek együttesen csak egy alapvetően új űreszköz-kategória, a továbbiakban bemutatott *űrrepülőgép* volt képes megfelelni.

A világútból siklórepülőgépként visszatérő repülőeszköz létrehozásánál az egyik legnagyobb kezdeti nehézséget a hiperszonikus sebességgel történő repülés sajátosságainak megismerése jelentette.<sup>7</sup> A gyakorlati kísérleteket pedig az korlátozta, hogy szélcsatornában, rövid időre maximálisan legfeljebb  $M \approx 7$ -nek megfelelő sebességű áramlás hozható létre. A levegő sűrűdése okozta aerodinamikai felmelegedés mértéke, következményei (esetként a kísérleti testek deformálódása, megolvadása) fontos tapasztalatokat eredményeztek. A hiperszonikus sebességű vizsgálatok egy része rakétákra épített repülőtestekkel történt a Szovjetunióban a CAGI<sup>8</sup>-nál és az USA-ban, a NASA<sup>9</sup>-nál egyaránt. A NASA repülőgépről indított, majd saját rakétahajtóművével tovább gyorsuló, pilóta vezette X-15-ös kísérleti repülőgéppel folytatott repülési kísérleteket. Ezek során sikerült elérni a  $H \approx 107$  km-es repülési magasságot (1963-ban), majd 58,4 km magasságban az  $M \approx 6,7$ -nek, megfelelő 7273 km/h-s repülési sebességet (1967-ben).

A konstruktőrök számára a másik nagy kihívás a sikló- (vitorlázó) repülőgépek olyan aerodinamikai formájának megtalálása volt, amellyel képesek  $H = 0-90$  km-es repülési magasság és 0,4-24 közötti  $M$ -szám tartományban egyaránt megbízhatóan, folyamatosan irányítva repülni úgy, hogy közben a borításuk számottevően felmelegszik, helyenként 1200-1500 °C-ot meghaladó hőmérsékletre és járulékosan jelentős, akár mechanikus roncsolóhatás előidézésére képes zajterhelésnek is ki vannak téve. A kísérletek során az el-

<sup>6</sup> (Aerodinamikai) jóság szám ( $K$ ): a repülőgépen létrejövő felhajtóerő ( $F_y$ ) és a légellenállás ( $F_x$ ) viszonyaránya:  $K = F_y/F_x$ . (Ez pl. korszerű szubszonikus utasszállító repülőgépeknél  $K = 17-19$ -es értékű.)

<sup>7</sup> Mivel mindez az '50-es évek végén, a '60-as évek elején történt, napjaink fogalmai szerinti számítástechnika és a kapcsolódó numerikus modellezési lehetőségek nem álltak még rendelkezésre.

<sup>8</sup> Центральный аэрогидродинамический институт - ЦАГИ, vagyis CAGI, Központi Aero- és Hidrodinamikai Intézet.

<sup>9</sup> National Aeronautics and Space Administration - NASA, Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal. Az USA 1958-ban létrehozott kormányzati ügynöksége, civil repüléstani, űrkutatási és űrrepülési szervezete.



vileg számításba vehető testek egyidejű repülési, irányíthatósági és termodinamikai viselkedését elemezték. A 60°-os és 30°-os kúpszögű, lekerekített orrú, félkúp alakú konstrukciók létrehozását egyszerű, szilárd szerkezetű, jó hővezető és hővisszaverő képességük indokolta. Alacsony jóságú számuk, – különösen hangsebesség alatt – gyenge stabilitásuk és kormányozhatóságuk azonban még vezérsíkokkal vagy részben „hordozótörzs” kialakításával sem tette alkalmassá őket a kitűzött célnak megfelelő repülőeszköz-forma gyakorlati létrehozására.

Valamennyi követelményt elfogadható mértékben kielégítő, kompromiszumos megoldást – döntően a legalább  $K_{h,min} = 1,4$  érték elérését – csak az alsó elrendezésű, csupaszárnyas konstrukciók eredményeztek. A kis és nagy sebességű repüléshez egyaránt előnyösebb, változtatható nyílazási szögű szárny, valamint a kedvezőbb leszállási tulajdonságokat lehetővé tévő, repülőgép- vagy szárnymechanizációs eszközök (pl. orrsegédszárny, ívelőlapok, spoilerok, fékszárnyak, interceptor stb.) beépítésére viszont a sérülékeny hővédő borítás épségmegőrzési követelménye miatt nem volt lehetőség. Az előzetes kísérleti, illetve számítási eredményeket valós légköri repülések során is ellenőrizték eredeti vagy arányosan csökkentett méretarányban megépített repülőeszközökkel.

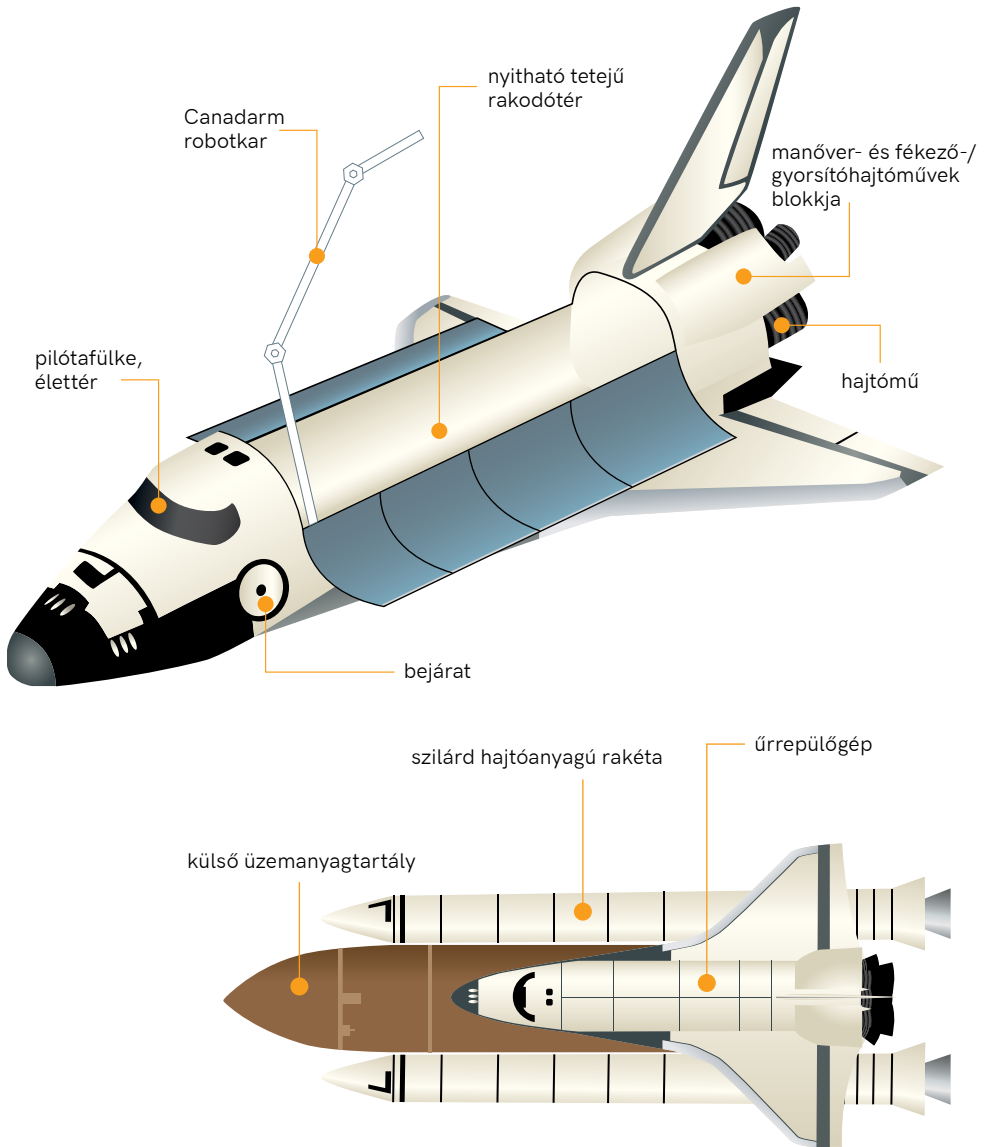
## A Space Shuttle űrrepülőgép<sup>10</sup> megépítése, szerkezeti kialakítása és meghajtása

Az előzetes számítások és a gyakorlati kísérletek alapján az Egyesült Államokban – ahol leginkább előrehaladottak voltak a kapcsolódó kutatások, illetve a program finanszírozásának a hadsereg is részese lett – egy, az 1. ábrán látható konstrukció, a *Space Shuttle* létrehozása mellett döntöttek.

Az űrrepülőgép meghajtását az orbitális pályára állásig a törzse hátsó részén elhelyezett három darab, folyékony tüzelőanyaggal működő RS-25 rakétahajtómű, valamint ~40 km-es magasság eléréséig további 2 szilárd hajtóanyagú rakéta együttesen biztosította. A három főhajtómű üzemanyaggal történő táplálása a külső üzemanyagtartályból történt.

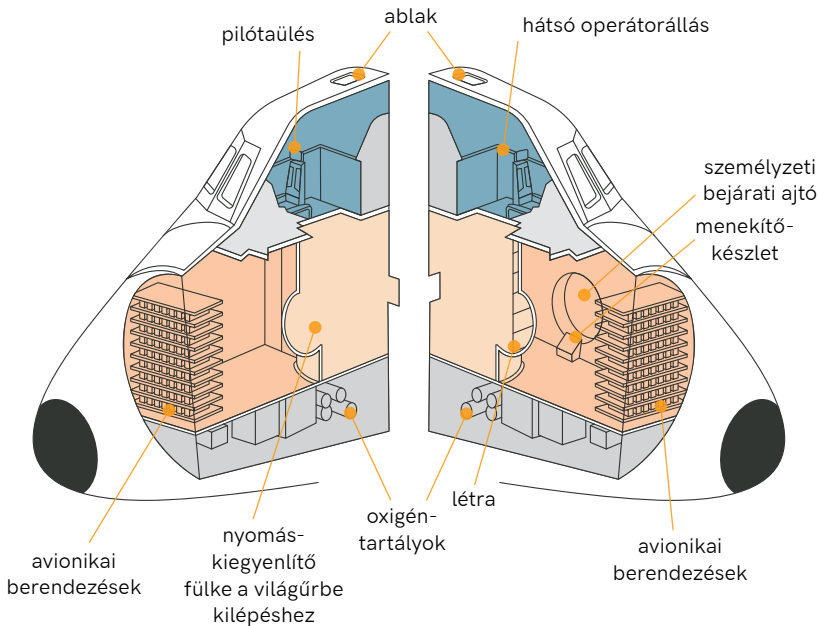
Kialakításánál az is szemponttá vált, hogy a Pentagon az űrrepülőgépet hidegháborús eszköznek szánta, ezért a végső formáját és méretét a katonai követelmények is befolyásolták. A vonatkozó elképzelések szerint feladatául szabták volna, hogy pályáikról gyűjtse be és hozza le a szovjet műholdakat. Emiatt lett a raktér is jóval nagyobb, mint ahogy azt a NASA eredetileg tervezte.

<sup>10</sup> Hivatalos angol elnevezése: Space Transportation System – STS, űrszállítási rendszer. Nálunk gyakran űrsiklónak is nevezték.



1. ábra: A Space Shuttle űrrepülőgép kialakítása, összekapcsolása a külső üzemanyag-tartállyal, és a szilárd hajtóanyagú rakétákkal

A fedélzeten tartózkodó, rendszerint 5–7 fős személyzet, valamint a műszerberendezések elhelyezését biztosító kétszintes, 65,7 m<sup>3</sup>-es orr-rész kialakítását a 2. ábra szemlélteti.

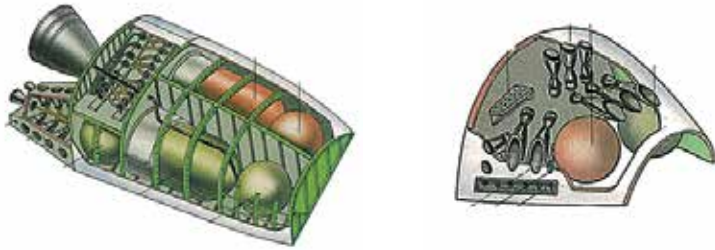


2. ábra: Az űrepülőgép személyzeti tereinek kialakítása

A külső üzemanyagtartályba feltöltött ~542 000 liter,  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os cseppfolyósított oxigén és a szintén folyékony,  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os, 1 450 000 liter hidrogén biztosította, a három főhajtómű üzemanyaggal történő ellátását. A hidrogén ~9 perc alatt történő elégetésével létrehozott tolóerő – amit az első két percben, ~40 km-es magasság eléréséig a tartály mellé szerelt, két szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéta tolóereje egészített ki – lehetővé tette a Föld körüli keringési (ún. orbitális) pályára álláshoz szükséges első kozmikus sebesség<sup>11</sup> elérését. Működésük befejeztével a gyorsítórakéták, majd a tartály is levált, és visszasüllyedtek a légkörbe.

A főhajtóművek két oldalán, külön blokkokban egy-egy manőverhajtóművet helyeztek el azok üzemanyagtartályaival (3. ábra), a Föld körüli pályán haladásakor a gyorsítás-lassítás (emelkedés-süllyedés) végrehajtására.

<sup>11</sup> Az 1. kozmikus sebességgel ( $v_1k$ ) haladva (Földünk esetében  $v_1k \geq 7,91\text{ km/s}$ ) a bolygó körüli kör- vagy elliptikus pályán repülő űreszközön ébredő centrifugális erő ( $F_c$ ) megegyezik az égitest ráható tömegvonzásával ( $F_t$ ).



3. ábra: Az űrrepülőgép hajtóművének, valamint orientációs fúvókablokkjainak kialakítása

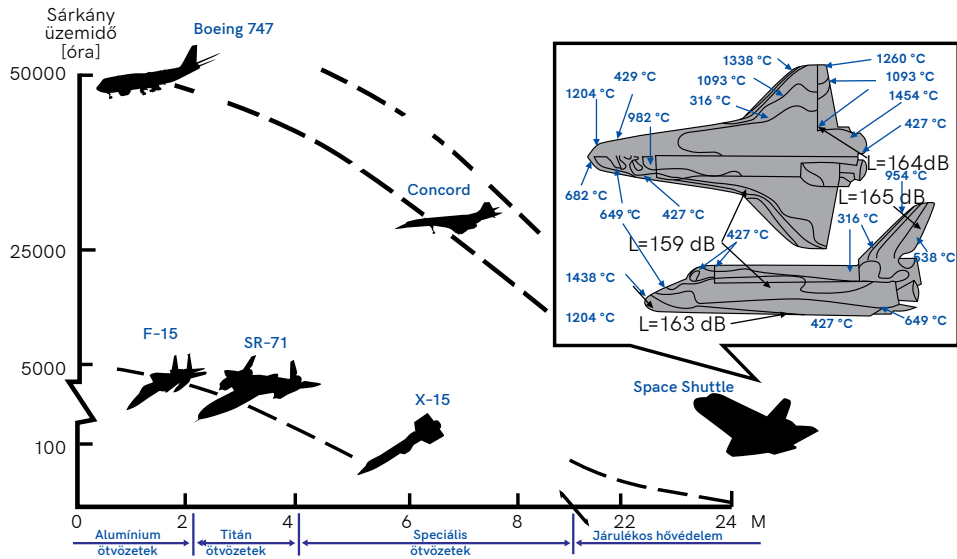
Ezek mellé, valamint a törzs orr-részébe építették be az orientációs fúvókák blokkjait és az azokat tápláló tartályokat. Működtetésükkel a világűrben repülés közben a repülőgép tetszőleges irányba elfordulhatott a hozzárögzített koordináta-rendszer tengelyei körül.

## A Space Shuttle repülési korlátozásai a légkörbe süllyedés és a siklórepülés során

Az már a szélcsatorna-kísérletek alapján kiderült, hogy az akkor ismert, repülőgép-építésben felhasználható legkorszerűbb szerkezeti anyagok közül közvetlenül egyik sem alkalmas arra, hogy leszállás során szilárdságvesztés nélkül elviselje a Föld légkörében, hiperszonikus sebességű süllyedés közben, a külső borításon jelentkező hőterhelést, amelyet a levegővel való súrlódás okozta felmelegedés vált ki. Különösen úgy, hogy ez még kiegészül egy önmagában is jelentős mechanikai igénybevételt okozó zajterheléssel ( $L \approx 160$  dB) is (4. ábra). Mindezek együttesen – a hagyományos repülőgépekhez képest – csak rendkívül rövid biztonságos teljes felhasználási (ún. műszaki üzem-) időt tettek lehetővé az űrrepülőgépek számára (4. ábra).

Emiatt, a repülőgép-építésben használatos, szokványos szerkezeti anyagokból készült, többször is felhasználni kívánt repülőszerkezetek csak speciális külső hővédelemmel építhetők meg, az aerodinamikai forma megőrzésének szükségessége miatt. A korábbi űrhajók visszatéró egységeinél alkalmazott ablációs hővédelmet<sup>12</sup> e konstrukciónál nem lehetett alkalmazni.

<sup>12</sup> Az ablációs hővédelem során a repülőtest teljes felületét fenol- vagy epoxidalapú üveg-, azbeszt- stb. erősítésű, alacsony hővezető-képességű kompozitlapokkal borítják. Ezek a súrlódás okozta felmelegedés következtében annyira átforrósodnak, hogy szublimálódnak (szilárd halmazállapotból a folyékony kihagyásával, közvetlenül elgőzölögnek). A halmazállapotváltozás



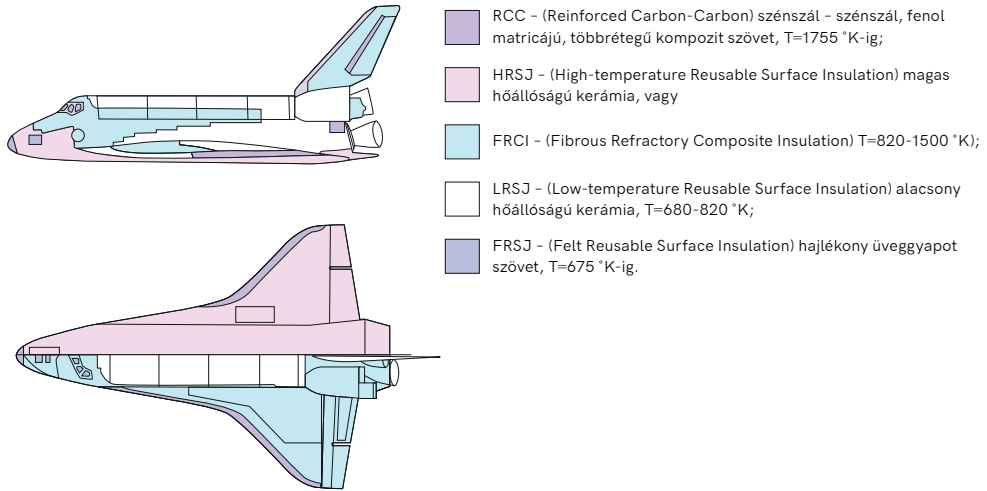
4. ábra: Aerodinamikai felmelegedés hagyományos repülőgépeknél repülés közben, a Space Shuttle-nál leszálláskor a repülési M-számtól függően, ennek hatása az üzemidőre a megfelelő szerkezeti anyagok beépítése esetén

Helyette repülőgépenként ~24 000 darab eltérő méretű, több mint 7 tonna össztömegű, hővédelmet biztosító kerámialapot rögzítettek a külső fémborításra, melyek készítése, karbantartása, javítása, cseréje aprólékos kézi munkával történt.

A hővédelmet biztosító lapok igen ridegek, törékenyek voltak. Ez okozta 2003-ban a *Columbia* űrrepülőgép katasztrófáját is, melynek szárnyán egy ilyen hővédő lap az üzemenyagtartályról leváló szigetelőhabbal ütközve megsérült, majd levált. Így leszálláskor a hiperszonikus sebességű áramlás a fémborítást közvetlenül elérte, amitől az felizzott és átégett. Ezt követően a szárny belső, nem hőálló fémekből épült teherviselő rendszere túlmelegedve elvesztette szilárdságát, deformálódott, majd szétesett.

A repülőgép tömegének csökkentésére a hővédő bevonatot alkotó lapok (az ún. pajzs) anyaga és vastagsága a tényleges hőterheléstől függően különböző volt (5. ábra). A legnagyobb felmelegedésnek kitett szárny-, illetve vezérsík-belépőleket és a törzs orr-részét RCC-lemezekkel borították.

viszonylag nagy hőmennyiséget köt le, a fölös hő pedig a leváló borítás szilárd és gáz halmazállapotú részecskéivel távozik a környezetbe.



5. ábra: Az űrrepülőgép felületén alkalmazott hővédő anyagok fajtái és megengedett hőterhelése (Flight International)

## Az űrrepülőgép feladat-végrehajtási ciklusa

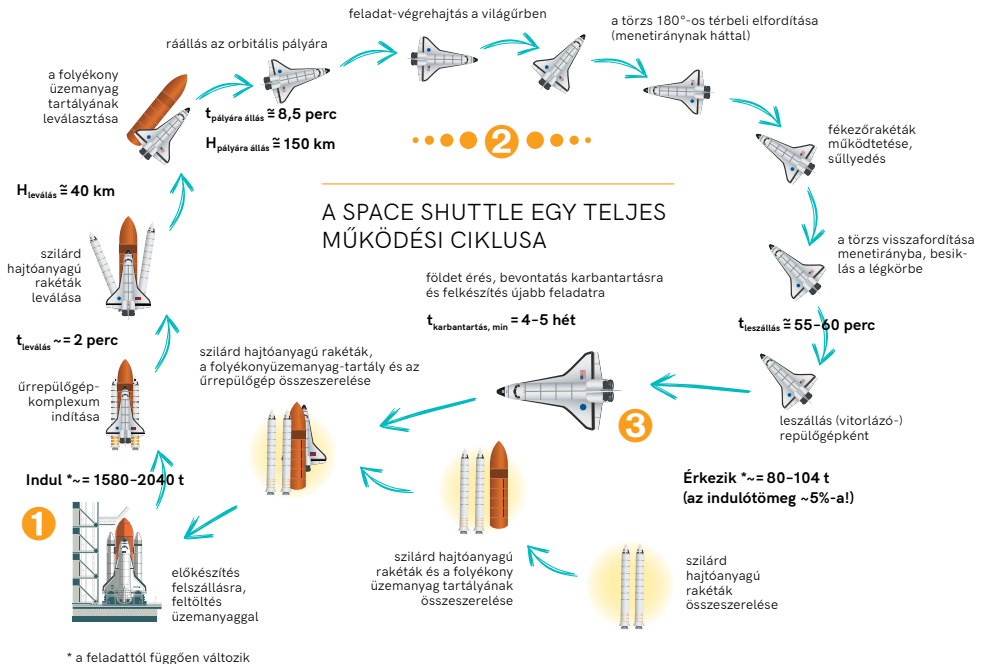
Az űrrepülőgép első startja, személyzettel a fedélzetén, 1981. április 12-én történt. Akkor és a későbbiekben is a feladat-végrehajtási (működési, repülési) ciklus három fázisra tagolódott (6. ábra):

1. starthelyre szállítás, felkészítés az indításra, feltöltés hajtóanyaggal, felszállás és pályára állás;
2. repülés és közben a meghatározott feladatok végrehajtása;
3. leszállás, majd szállítás a javító-, karbantartó bázisra, ott a szükséges munkák elvégzése és felkészítés a következő feladatra.

### Starthelyre szállítás, felkészítés az indításra, felszállás és pályára állás

Az űrrepülőgépet a szerelóműhelyből az indítóhelyre, a külső tartállyal és a szilárd hajtóanyagú rakétákkal összeépítve, az indítóállványra rögzítve, egy - még a holdprogramhoz épített - 4000 LE összeteljesítményű, speciális, nyolclánctalpas hordozóeszközzel szállították ki. Menet közben a hordozóplatform folyamatos vízszintes helyzetét számítógéppel vezérelt hidromechanismusok biztosították. A rakományával együtt 8000 tonna össztömegű komplexum menetsebessége szállításkor 1,4-1,6 km/h, (~1 mérföld/óra) volt, az indító-

## Űrrepülőgépek múltja, jelene és jövője



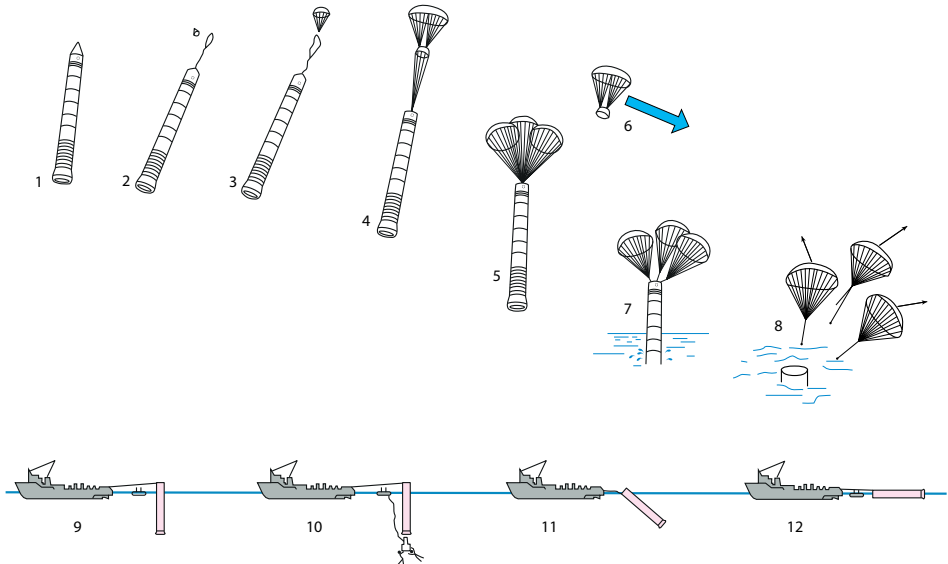
6. ábra: A Space Shuttle egy működési ciklusa

helyig tartó 5,6 km hosszú utat 3,5-4 óra alatt tette meg. Ott a felállításához és az indításra való felkészítéséhez nyolc napra volt szükség. Az utolsó napon a külső tartályt  $\sim 2$  millió liter tüzelőanyaggal és oxidálószerrel töltötték fel.

A feltöltés – az alkalmazott cseppfolyósított gázok rendkívül alacsony hőfoka miatt – gyakorlatilag az indítás előtti percekig tartott, mivel így a hőmérsékletük (halmazállapotuk) megőrzése nem igényelt külön hűtést, külső energiaforrásról.

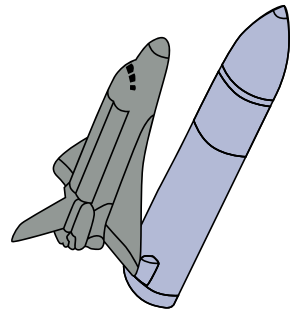
A rakétahajtóművek indításakor a fúvócsövekből kiáramló nagy sebességű és nyomású forró gázok okozta környezeti hőhatás, a rezgések, rengések, akusztikus terhelések (176 dB) csökkentésére, csillapítására a Launch Pad Water Deluge System (az indítóhelyet vízzel elárasztó rendszer) az állvány alatti betonmedencét 1 perc alatt  $\sim 1\,700\,000$  liter vízzel töltötte fel. A hajtóművekből kiáramló forró gázok miatt képződő gőz akár  $\sim 3$  km szélességben is szétterjedhetett a starthely mellett.

Az emelkedés során, az indítást követő 127-167. másodpercekben, 40-50 km magasságban a szilárd hajtóanyagú rakéták kiégve leváltak (7. ábra), majd a rajthelytől  $\sim 250$  km távolságra, ejtőernyővel a tengerbe ereszkedtek. Itt már hajók várták, búvárok segítségével feltöltötték levegővel, majd a partra vontatták, (lásd 7. ábra 1-12. mozzanatok, és vö. 6. ábra), ahonnan javítóházra szállították őket felújításra.



7. ábra: A szilárd hajtóanyagú rakéták leválasztása, leereszkedése és partra vontása

Az indítást követő ~8,5 perc után, ~150 km-es magasságban külső tüzelőanyag-tartályát kifogyasztva az űrrepülőgép elérte az első kozmikus sebességet ( $v_{1k}$ ) és orbitális pályára állt. Ekkor a tartály levált (8. ábra) és a légkörben zuhanva a súrlódástól eléggé megsemmisült.



8. ábra: A külső tüzelőanyag-tartály leválása

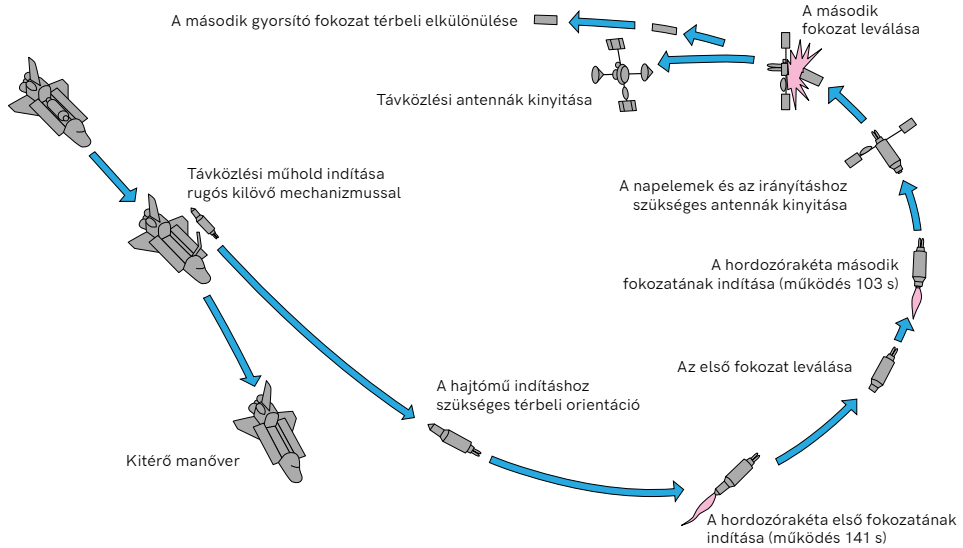
## Repülés és feladat-végrehajtás Föld körüli pályán

Az űrrepülőgép Föld körüli pályán tartózkodásának szokásos időtartama 5–14 nap volt. Ezalatt átlagosan 6,5 millió km-t repült. Tipikus feladatai közé tartoztak:

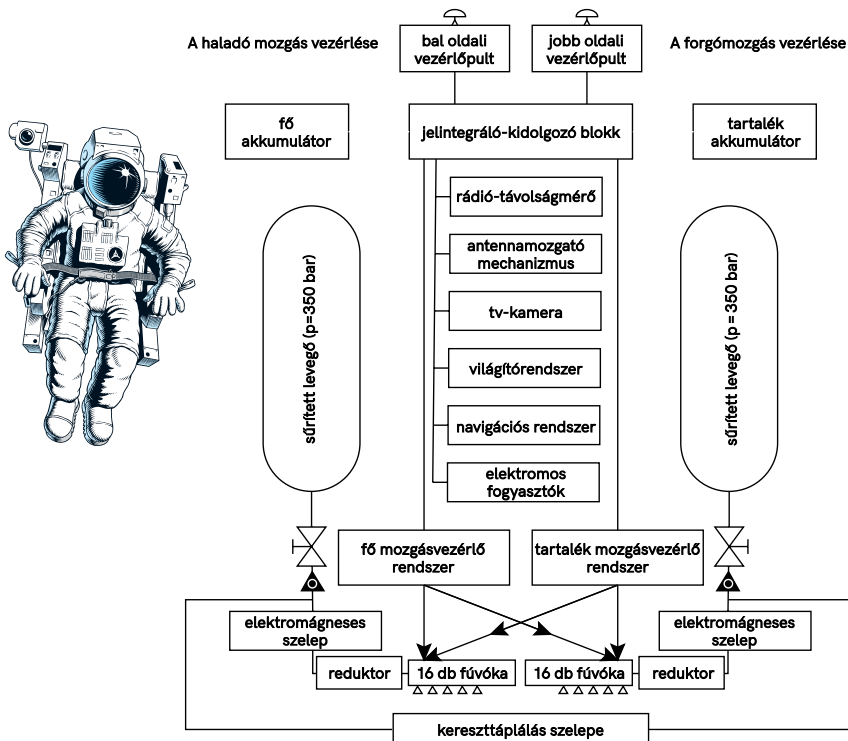
- a tudományos kutatás;
- űrállomás építéséhez modulok, majd ellátmány szállítása, illetve azon a személyzetcsere;
- meteorológiai, térképészeti, csillagászati megfigyelés és katonai felderítés;
- műholdak pályára állítása, befogása és/vagy visszaszállítása a Földre (9. ábra);
- űreszközök helyszíni javítása (pl. *Hubble* űrteleszkóp), karbantartása űrsétával.



## Űrepülőgépek múltja, jelene és jövője



9. ábra: Műhold pályára állítása az űrepülőgép fedélzetéről



10. ábra: A világűrben az űrhajósok szabad mozgását biztosító Jetpack és szerkezeti felépítésének elvi vázlata



Az űrrepülőgéptől távolabb végzett, mechanikus rögzítést kizáró munkákhoz (pl. műholdak szerelése) az asztronauták sűrített gáz tolóerejével mozgatható és kormányozható, hátukra erősített közlekedési eszközt, az ún. *Jet-packet* („rakéta-hátizsákot”) használtak (10. ábra).

Alkalmazásakor a tetszőleges irányú haladás vagy elfordulás vezérlése a „hátizsák” két oldalán, kinyúló konzolokon elhelyezett side stickek (oldalsó vezérlőkarok) segítségével történt, amelyek a kívánt irányba és ideig működtek a megfelelő számú, sűrített levegős fúvókát.

A *Space Shuttle* fontos szerkezeti eleme volt a NASA megrendelésére készült, műholdak indítására/elfogására, külső munkák, szerelések, a hővédőpajzs ellenőrzésének elvégzésére szolgáló, az űrrepülőgép rakterébe beszerelt manipulátor- vagy robotkar.

Működtetése a repülőgépvezető-fülke hátsó részében, a rakodótérre és a karra közvetlen rálátást biztosító vezérlőpultról, esetenként a raktérből, külső távirányítással történt, (vö. 3. ábra). Veszély esetén a kart piropatronnal lehetett eltávolítani.

A 450 kg-os, 12,2 méter hosszú, 0,38 méter átmérőjű, hat, csuklósan kapcsolódó rúdelemből álló robotkar ~3300 kg tömegű terhet mozgathatott. A végére markolóelemet vagy szerelőállványként, külső munkálatokhoz lábtartó rögzítőt szerelhettek.

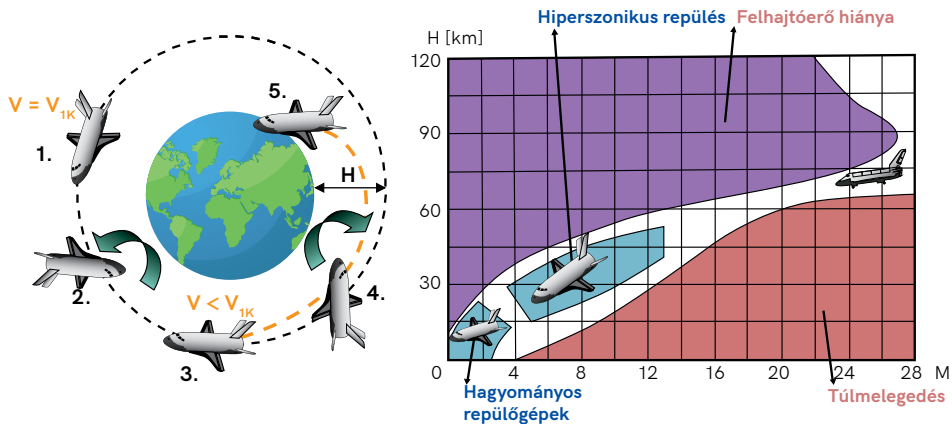
Építéskor a rakterében szállították például a *Nemzetközi Űrállomás* (ISS) több modulját, amelyeket aztán a manipulátorkarral emeltek a helyükre, illetve ezt követően szerelésük egy részét is innen végezték.

A *Space Shuttle* űrrepülőgépek további fontos feladata volt az űrállomások személyzetének cseréje, ahová e célból 46-szor csatlakoztak (ebből kilencszer az orosz *Mir*hez). A dokkolómodul mindkét űrállomáshoz egyszerűen, hermetikusan illeszkedett, úgy, hogy a személyzet tagjai rajta keresztül az űrrepülőgéből normál öltözetben (űruha nélkül) is átszállhattak.

## Visszatérés az orbitális pályáról és leszállás

Az orbitális pályán  $v \geq v_{1k}$  sebességgel haladó űrrepülőgép (11. ábra [1.] pozíció) orientációs fúvókái segítségével a menetiránynak háttal fordulva [2.], manőver- (fékező) hajtóműveit működtetve [3.] csökkentette repülési sebességét 30–40 m/s-mal,  $v < v_{1k}$ -ra. A lassulás hatására süllyedni kezdett, majd a légkör határán ismét a menetiránnyal szembefordulva [4.], alkalmassá vált repülőgépként, aerodinamikai törvények szerinti további repülésre. A repülési magasságcsökkenést követően kezdődött a bevezetés a repülőtérré [5].

A Föld légkörének megfelelő sűrűségű szakaszát elérve ( $H < 100$  km), a légellenállási és felhajtóerő stabilizálta a repülőgépet, a külső borítása a súrlódás hatására felizzott (4. ábra), miközben tovább csökkent a haladási sebessége, és aerodinamikai kormány szerveit (12. ábra) használva, hagyományos repülőgépként haladt a sikló pályáján folyamatosan süllyedve [5]). Ez viszont

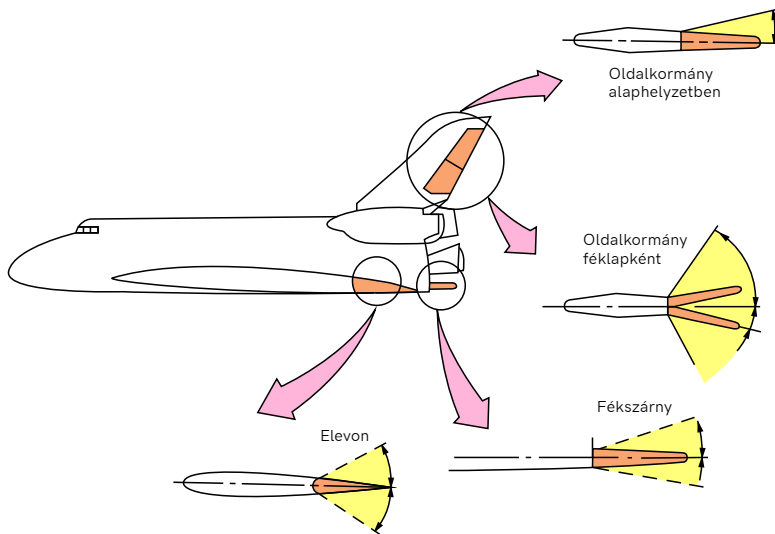


11. ábra: Az űrrepülőgép leszállási manővere és lehetséges siklópályája

csak egy viszonylag szűk repülési magasság ( $H$ )– $M$ -szám tartományban volt lehetséges, elkerülendő a felhajtóerő elvesztését vagy a borítás túlzott felmelegedését (11. ábra).

### Az űrrepülőgép kormányzása a légkörben siklópályán

A légkörön keresztül repülve a repülőgép kormányzása az alapvető, hagyományos aerodinamikai kormánysszervekkel történt (12. ábra), mivel a kedvezőbb siklási és leszállási tulajdonságokat lehetővé tévő szárnymechanizáció beépítésére nem volt lehetőség.



12. ábra: A Space Shuttle aerodinamikai kormánysszervei



A leszállás során a repülőtérré történő rávezetés  $H \approx 40$  km magasságban,  $\sim 4000$  km távolságról kezdődött, miközben a repülőgép függőleges süllyedési sebessége  $v_v \approx 17$  m/s volt.

A leszálló irányban,  $\sim 150$  m magasan,  $\sim 340$  km/h-s repülési sebességnél hidraulikusan nyitották a futóműveket, majd ezzel a sebességgel történt meg a talajfogás is, ami után 1100–2000 métert gurulva a repülőgép megállt. Ezt 1–3 darab, egyenként  $25$  m<sup>2</sup>-es fékernyő nyitása segítette.

A megállást és a személyzet kiszállását követően azonnal megkezdődött az űrrepülőgép *állapotfelmérése*, majd a hangárba vontatták ellenőrzésre, javításra, karbantartásra. Ennek szokásos időtartama ténylegesen 3–4 hónap volt. Időszakonként felújítására, átépítésére is sor került. A javítás-karbantartás egyik leginkább munka- és időigényes eleme a sárkányon elhelyezett különböző hővédő kerámialapok felülvizsgálata, szükség szerinti javítása vagy egyedi legyártásukat követő pótlása volt.

E munkálatok befejeztével, a tervezett indulás előtt körülbelül két héttel az űrrepülőgépet az ún. függőleges szerelvényben függőleges helyzetbe állítva összeépítették az üzemanyagtartállyal és a szilárd hajtóanyagú rakétákkal.

## Az USA Space Shuttle űrrepülőgépei működési időszakának áttekintése

### Katasztrófák és tanulságok

A program kezdetén, 1980-ban a *Space Shuttle* minden példányát előzetesen 100–100 repülésre tervezték, 60 napos újrafelkészítési ciklusidővel, évente 5–6 repüléssel. Az előzmény nélküli, új konstrukció fokozott kockázatát előzetesen elemezve a flotta  $\sim 43$ . repülésére prognosztizálták az első, a  $\sim 135$ .-re a második, jelentős veszélyhelyzet bekövetkezésének lehetőségét. Ehelyett ez már – katasztrófával végződve – a 25., illetve a 113. út során megtörtént. Elsőként a *Challenger* 1986. január 28-án, a 10. feladatára indulását követő 73. másodpercben felrobbant és megsemmisült, hétfős személyzettel a fedélzetén.

A történetek hatására a műszaki üzemidőt először 50, majd 40 repülésre korlátozták.

A katasztrófa fő okaként azt állapították meg, hogy az indítás hidegben, fagypont alatti hőmérsékleten történt, így rugalmatlanná és sérülékenyebbé vált a szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéta egyik fém borítóelemének gumitömítése (O-gyűrű), amit a rakéta belsejében képződő forró gázok átégettek. Ez lángkifúváshoz vezetett, ami elérte és kilyukasztotta a külső üzemanyagtartály falát, így a kiszabadult hidrogén hajtóanyag és az oxidálószer

felrobbant, elpusztítva az egész űrjárművet. A kivizsgálás szerint azonban az űrhajósok nem a robbanásakor haltak meg, hanem az űrrepülőgépről egy darabban leváló legénységi fülke óceánba csapódásakor, az ekkor fellépő, hirtelen fékeződés okozta extrém túlterhelés következtében.

A katasztrófát követően két és fél évig szünetelt az űrrepülőgép-program. A *Challenger*t a tartalék alkatrészekből épített *Endeavour*rel pótolták, amely először 1992-ben repült.

A *Columbia* 22 évesen, a 28. repülése során semmisült meg 2003. március 1-jén, miután évi átlagban 1,27 repülést hajtott végre. A két katasztrófa az egész űrrepülőgép-program sorsát megpecsételte, ami kiegészült azzal a felismeréssel, hogy a korszerűsítések, fejlesztések, új személyzetmenekítő eljárások kidolgozása ellenére is a *Space Shuttle* 30 év alatt elavult, és többé már nem lehetett gazdaságosan működtetni.

## A katasztrófák kivizsgálásának eredményei

A NASA űrrepülőgépeinek konstrukciós hiányosságait komplex módon tárta fel a *Columbia* katasztrófájának kivizsgálásával megbízott Gehman-bizottság, melynek jelentése előírta, hogy az egész *Space Shuttle* rendszert 2010-ig újra kell tesztelni és minősíteni. Azaz, az űrrepülőgép valamennyi alkatrészét át kell vizsgálni, és ha a döntően a hetvenes-nyolcvanas évekből származó elemek, berendezések bármelyike nem felel meg a 21. századi kívánalmaknak, azt ki kell cserélni. Ennek az – egyébként kötelező – ajánlásának megfelelni túl drága és időigényes lett volna. A feltárt főbb hiányosságok röviden az alábbiak voltak:<sup>13</sup>

– *A repülőgéptest-forma nem felel meg az űrrepülés követelményeinek*

Valójában nincs olyan aerodinamikai alakzat, amely egyformán jól viselkedik Mach 25-nek és Mach 0,3-nak megfelelő sebességeknél. A földi légkörbe visszatérő űrhajó számára egy lapos fenekű kúpforma felel meg a legjobban (mint az *Apollo* vagy a *Szozuz* kabinja), a légköri repüléshez pedig egy nagy fesztávolságú deltaszárny a kedvezőbb. Az űrrepülőgép a kettős nyilazású deltaszárnyával még „eléggké kúp” alakú a légkörbe lépés hiperszonikus sebességéhez, és már „eléggké deltaszárnyú” a leszállás előtti szubszonikus sikláshoz. Emiatt azonban a leszállás kezdeti szakaszán a törzs és a szárny ún. torlópontjai jelentősen felhevülnek, amit csak az ennek ellenálló, de eléggké sérülékeny RCC-panelekkel (5. ábra) lehet kivédeni. Ez a rendszer működésének igazi neuralgikus eleme volt, mivel a hővédő borítás a felmelegedésnek ugyan ellenállt, de már az enyhébb mechanikai behatásoknak sem (pl. a *Columbia* katasztrófájánál).

<sup>13</sup> A Gehman-bizottság jelentésének megállapításai az űrrepülőgépek hiányosságairól (space.5om.spacedaily.com – Dancsó Béla nyomán).



*- Az űrrepülőgép instabil repülés közben*

Ez a kisebb gond volt, mivel a hetvenes-nyolcvanas évektől a legtöbb vadász- és vadászbombázó repülőgépet eleve instabilra építik a jobb manőverező-képesség érdekében, és ezeket ugyanúgy a számítógépek tartják a levegőben, mint a *Space Shuttle*-t, amelynek fedélzeti komputerparkját az idők folyamán teljesen lecserélték. Így ez a módszer a 20. század végére elfogadott repülőgép-építési elv, nem pedig a NASA tévedése volt. Viszont az is igaz, hogy az instabil repülőgépek működő hajtóműveikkel teljesen másképpen manőverezhetők a levegőben, mint a csak „vitorlázó” űrsikló.

*- Az űrrepülőgépen újra megjelent a fokozott tűzveszély*

Az űrrepülőgép kormányait, futóművét működtető hidraulikus berendezések a repülés során további kockázatot jelentenek, mivel az ehhez használt hidraulikafolyadék fokozottan tűzveszélyes. Az *Apollo-1*<sup>14</sup> tragédiája után az összes tűveszélyes anyagot megpróbálták eltávolítani az űrhajókból, az űrrepülőgépek esetében a hidraulikafolyadék a többszöri felhasználhatósága miatt került vissza.

*- Anakronisztikusak az ablakok*

A mellső ablakok funkciója megkérdőjelezhető. Az űrben végzett feladatok általában hátul (a raktérben vagy felette, pl. dokkoláskor) zajlanak, így a mellső ablakok nem kellene. Azok csak a „szép kilátást” biztosítják az elől ülők számára, mivel a légköri repülés és a leszállás alatt végig a robotpilóta kormányoz, mindössze pár méterrel a leszállópálya előtt veszi át a parancsnok az irányítást, így a repüléshez sem kell elvileg ablak. Jelenleg viszont nincs olyan anyag, amely eléggé átlátszó és eléggé hőálló volna ahhoz, hogy helyettesíthesse az ablak üvegét. Ezért visszatéréskor az űrhajó térbeli helyzetét (állásszögét) úgy kell megválasztani, hogy a légáramlat ne érje el közvetlenül az ablakot, mert az egyszerűen átolvadna.

*- Megbontott integritású hőpajzs*

A repülőgépes repülés „rekvizituma” a szárnyban, nyitható fedelek mögött elhelyezett futómű is, mely nélkülözhetetlen a leszálláshoz. E fedelek a törzs alsó – a felmelegedésnek leginkább kitett – részén megbontják a hővédő-pajzs integritását, ezzel sérülékennyé téve a repülőgépet.

<sup>14</sup> Az Apollo-1-gyel kívánták a Hold-program első kísérleti repülését végrehajtani. Az 1967. február 21-ére tervezett startra végül nem került sor, mert 1967. január 27-én egy startszimulációs teszt során az űrhajó kabinjában tűz ütött ki, amelyben mindhárom pilóta életét veszítette.

- *Gumikerekek a vákuumban*

A kerekek is a repülőgépes kialakítás alkatrészei, amelyeknek a hetekig vákuumban és extrém hidegben feszülő gumiabroncsai a földet éréskor robbanásveszélyesek.

- *Túlsúly*

Az űrrepülőgép-konceptió talán legnagyobb tévedése a túlzott tömeg, mivel az űreszközök pályára állításának egyik legköltségesebb része a felbocsátás, amelynek során minden egyes kilogramm plusz felszállótömeg – hajtóanyag-tól függően – 30–40 kg plusz üzemanyag feltöltését és elégetését teszi szükségessé. Amennyiben fel kell vinni a leszálláshoz szükséges eszközöket, vagy az űrhajó térbeli méretei pont a leszálláshoz nélkülözhetetlen berendezések miatt növekedtek meg, akkor a felbocsátás szükségszerűen kerül (jóval) többbe. Azaz, a szárnyak, a futóművek, a hidraulikarendszer, az aerodinamikai kormányok kényyszerű űrbe juttatása sokba kerül, így emiatt a többször használatos eszközzel sem válik olcsóbbá az űrutazás. Ugyanez vonatkozik – az aktuális feladatban részt vevők létszámától függetlenül – a minden alkalommal szállított teljes személyzet létfenntartásához szükséges beépített eszközök és berendezések többségére is.

- *Korlátozott felhasználhatóság*

A *Space Shuttle* a szárnyai miatt csak alacsony Föld körüli pályán képes repülni, mert csak az innen visszatérő sebességével marad a hőterhelés a szilárdsági elviselhetőség határán. A Holdról történő visszaérkezésre már alkalmatlan lenne a nagyobb légkörbe lépési sebesség miatt.

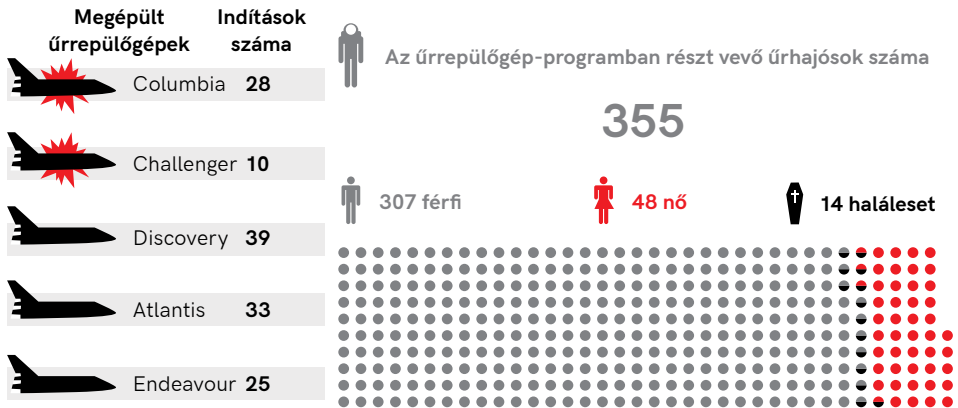
- *Párhuzamos szerelés a hordozórakétákra*

A tervezés során felvállalt kompromisszum, hogy felszálláskor az űrrepülőgép nem a hordozórakéta csúcsán, hanem mellette repül (6–7. ábrák), ami nagy járulékos terheléseket, terhelésváltozásokat okoz a szerkezetnek, s ezzel kiváltja anyagának korai fáradását.

## A Space Shuttle program néhány számszerű mutatója

A program 30 éve alatt hat repülőgép épült<sup>15</sup>, ebből öt repült a világűrben, utóbbiak közül kettő megsemmisült. A repülésekben részt vevő 355 főből 14-en haltak meg (azaz minden 100 űrhajósból négyen!). (13. ábra)

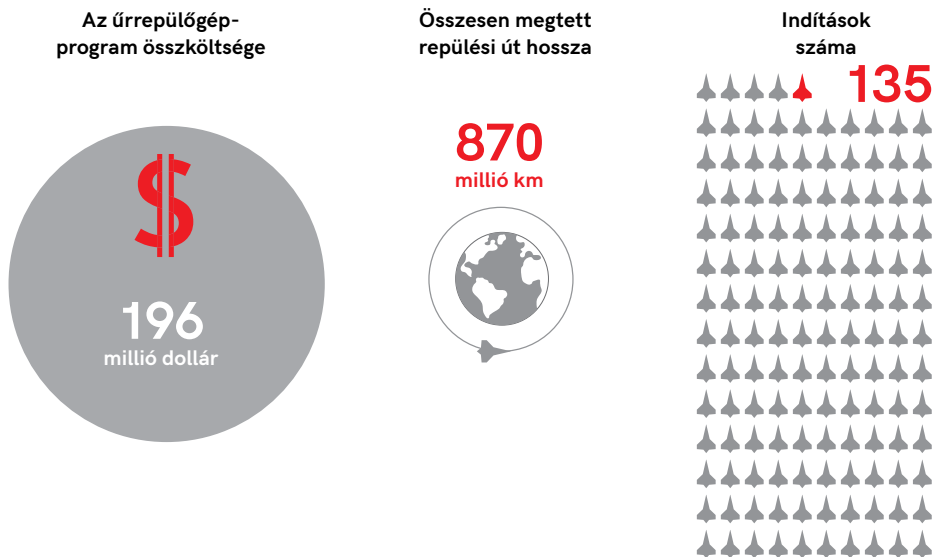
<sup>15</sup> A NASA első űrrepülőgépe az Enterprise volt, amit az STS-rendszer kipróbálására építettek, hajtómű és hővédőpajzs nélkül, 1976-ban. Vele tesztelték a légkörben az aerodinamikai irányítórendszert és a leszállás technikáját. 16 alkalommal repült, ebből nyolcszor a fedélzetén tartózkodó pilóták közvetlen irányításával.



13. ábra: A NASA űrrepülőgép-programjának résztvevői és személyi veszteségei

A *Discovery* 2011. március 9-én tért vissza utolsó útjáról, 39-szer járt a világlágúrben (ez évente 1,3 repülés), ahol összesen 365 napot töltött, 236 millió kilométert megtéve 5830-szor kerülte meg a Földet. Az *Endeavour*, a legfiatalabb űrrepülőgép 2011 áprilisában indult az utolsó előtti (sajátjaként a 25.) útjára (1,3 repülés/év).

A három évtizedes űrrepülőgép-program teljes költsége egy 2011-es számítás szerint – az első repüléstől (1981. április 12.) az utolsó, 135. repülésig (2011. június 21.) – ~196 milliárd dollárt tett ki, azaz egy-egy útra ~1,5 milliárd USD-t költöttek (14. ábra).



14. ábra: A 30 éves Space Shuttle-program néhány összegző adata



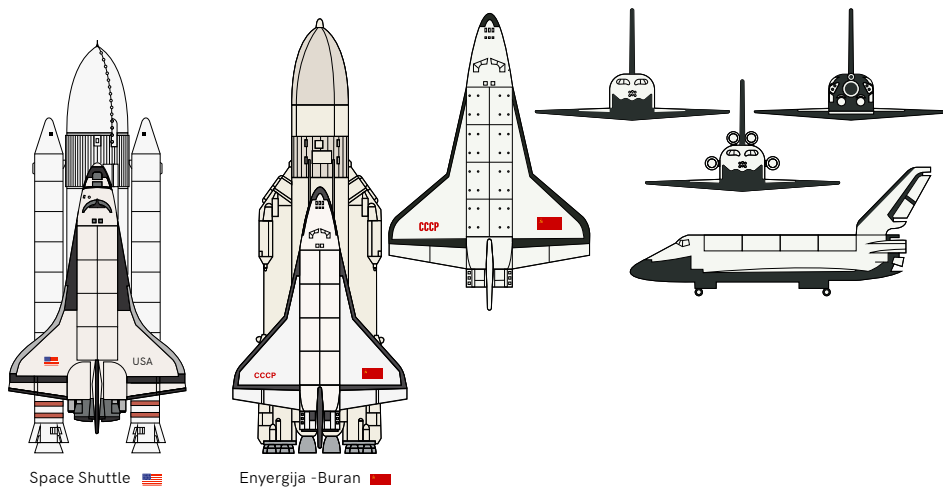
A 21. századra az űrutazás gazdaságossága is egyre fontosabb kérdéssé vált, különösen a magán-űrszállítási cégek megjelenésével. A 2000-es évekre 1 font (0,45 kg) teher szállításának ára folyamatosan csökkent (összehasonlításként: a *Space Shuttle* űrrepülőgép: ~8000 USD; az orosz *Progressz* űrhajó: ~2300 USD; a *Dragon V1* űrhajó: ~1000 USD [a több visszatérő, újrahasznosítható elem miatt is!]; a *Dragon V2* űrhajó [terv szerint] ~500 USD), ami a *Space Shuttle* űrrepülőgép további üzemeltetését gazdaságossági megfontolásból is indokolatlanná tette.

## Más nemzetek űrrepülőgép-programjai

A 20. század utolsó évtizedeiben az USA mellett más, számottevő repülőgép- és űriparral, kutatóbázissal rendelkező államok is lépéseket tettek az akkor a jövő ideális, olcsó, kozmikus szállítóeszközének tartott űrrepülőgép létrehozására. Ebben legsikeresebb a Szovjetunió volt a *Buran* megépítésével, de a szélcsatornás kísérletek stádiumába eljutott a nyugat-európai kooperációban létrehozni kívánt *Hermes* és a Nagy-Britannia által tervezett *HOTOL* is.

### A Buran és a szovjet űrrepülőgép-program

Az 1984-re elkészült első szovjet űrrepülőgép a *Buran* (Hóvihar) volt, amely külsőleg, valamint méreteiben is hasonlított a *Space Shuttle*-ra,



15. ábra: A Space Shuttle és a Buran egymás mellett, és a légköri tesztrepülésekhez használt hajtóművek elhelyezése



és ahhoz hasonlóan a hordozóegység oldalára rögzítették (15. ábra). Össztömege ~100 tonna, hossza 36,4 méter, a szárnyfesztávolsága 24 méter volt. Utastere 70 m<sup>3</sup>-es, a fedélzeti hajtóanyaga 14 tonna volt, és 38 000 darab hővédő csempe borította. A 250 km-es repülési magasságú Föld körüli pályára 30 tonna hasznos terhet vihetett, illetve onnan 20,4 tonnát hozhatott vissza.

Rohamos fejlesztését a szovjet vezetés – a hidegháborús hangulatban, amely kiegészült Reagan amerikai elnök 1983-ban meghirdetett csillagháborús terveinek hírével – indokoltnak tartotta, feltételezve, hogy az amerikai űrrepülőgép egyben támadó fegyver is lehet. Összesen öt példányt kívánt megépíteni a *Buran*ból, amiből kettő el is készült.

A két ország konstrukciója közötti lényeges szerkezeti különbség az volt, hogy míg az amerikaiak az űrrepülőgép farokrészén helyezték el a fő rakétahajtóműveket, a *Buran*ra ilyen nem került, az *Enyergija* hordozórakéta hajtóművei állították pályára, így azok minden repülés során, a leválasztást követően elvesztek, megsemmisültek, ami hátrányként értékelhető. Ugyanakkor annyi előnyük is volt, hogy a hajtóműveket működésük végétével, haszontalan „holt tömegként” (~9 tonna) nem kellett a repülésen tovább hordozni, helyükre hasznos teher kerülhetett. A felszállást 60 km-es repülési magasságig négy, folyékony tüzelőanyaggal működő gyorsítórakéta is segítette.

Az 59 méter magas, 16 méter átmérőjű *Enyergija* rakéta starttömege 2400 tonna volt, 200 km-es, alacsony Föld körüli pályára 130 tonna teher feljuttatására volt alkalmas. A *Burant* kezdeti légköri tesztrepüléseihez repülőgép-hajtóművekkel szerelték fel, 1988 áprilisáig összesen 22 sikeres próbarepülést végeztek vele. Az űrhajósjelöltek felkészítését ezenkívül speciálisan átalakított *Tu-134*-es, *Tu-154*-es és *MiG* típusú repülőgépek is segítették.

Az amerikai űrrepülőgép maximum hét főt, a *Buran* akár tíz űrhajóst is szállíthatott a fedélzetén.

Egyetlen útjára 1988. november 15-én, űrhajósok nélkül emelkedett a világrűrbe. Két és fél perc alatt elérte a 60 km-es magasságot, ahol először a négy gyorsítórakéta, majd ~8 perccel a start után a második fokozat (az *Enyergija* rakéta) is levált az űrrepülőgépről.

A *Buran* 160 km-es magasságban bekapcsolta saját hajtóművét, amivel 100 másodperc alatt elérte a 250 km magasan húzóódó úgynevezett alappályát. Egy kör megtétele után Afrika felett megkezdte a leszállási manővert, az amerikai űrrepülőgépekkel egyező módon (vö. 11. ábra). A hajtóműveit menetirányba fordítva és rövid ideig működtetve csökkentette a repülési sebességét, vele magasságát, süllyedni kezdett a leszálláshoz. Ezt követően átfordult orral a repülési irányba. A légköri fékezés 90 km-es repülési magasságtól indult, az automatikus leszállás 40 km magasan kezdődött, Bajkonurtól ~4000 km távolságra átvéve az irányítást, és egészen a leszállópályán történő megállásig tartott (egyezően a 11. ábrán látható 3-5. fázisokkal).

Visszaérkezéskor a 84 méter széles, 4,5 km hosszú leszállópályán rendkívül rossz időjárási körülmények uralkodtak. A *Buran* 64 km/h-s oldalszélben, 340 km/h-s sebességgel, kiengedett futóművekkel érintette a pályát, ahol ezután három fékezőernyőt nyitva lassult, majd megállt. Talajfogáskor másfél méterrel tért el a pálya középvonalától, és mindössze 1 másodperccel a leszállás tervezett idejétől. Ezzel az első szovjet űrrepülőgép legelső – és döntően anyagi okokból egyben utolsó – űrbeli útja véget ért.

Időközben az is kiderült, hogy az Egyesült Államok nem kívánja támadó fegyverként alkalmazni az űrrepülőgépeit, így az orosz hadsereg és az orosz űrhivatal (Roszkoszmosz<sup>16</sup>) is elhalasztotta a drága *Buran*-program folytatását, amit végül 1993-ban végleg töröltek.

Az egyetlen üzemképes szovjet űrrepülőgép egy csarnokban várta az orosz gazdaság talpraállását egészen 2002-ig. Ekkor a tárolóépület tetőszerkezetének több eleme leszakadt egy gondatlan felújítás során. A 80 méteres magasságból lezuhanó darabok nyolc ott dolgozó ember életét oltották ki, a *Buran-Enyergija* rendszert pedig darabokra törték.

## Az európai (ESA) közös űrrepülőgép-terv, a Hermes



16. ábra: Hermes, a tervezett európai űrrepülőgép

A tervezett *Hermes*<sup>17</sup> európai űrrepülőgéppel (16. ábra) az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) saját maga kívánta űrhajóit Föld körüli pályára vagy a *Nemzetközi Űrállomásra* juttatni. Az eredetileg francia program 1980-ban indult, 4–6 fő és ~4 tonna hasznos teher űrbe szállítására.

<sup>16</sup> Orosz Szövetségi Űrügynökség (oroszul: Федеральное космическое агентство).

<sup>17</sup> Hermész a görög mitológiában az Olimposzon lakozó istenség, az istenek hírnöke. Gyorsan és szabadon tudott mozogni a halandó és az isteni világ között, amit szárnyas saruja segített.



A projekt a megnövekedett fejlesztési költségek miatt vált európai közös programmá, amelynek nagy részét a továbbiakban is Franciaország és Németország fizette. Perspektivikusan az ESA kis méretű európai űrállomás építését is tervezte, melyhez a *Hermes* csatlakozhatott volna. Ez épült be később *Columbus* modul néven a *Nemzetközi Űrállomás*ba.

A *Challenger* űrsikló katasztrófája miatt bevezetett biztonsági intézkedések (pl. a katapultálhatóság megteremtésének követelménye) tovább növelték a költségeket, amelyek mértéke miatt végül 1992-ben leállították a programot.

## HOTOL, Nagy-Britannia űrrepülőgépterve

Az 1980-as években a Rolls-Royce és a British Aerospace vezetésével működő konzorcium tervezte a *HOTOL*-t, egy repülőtérről vízszintesen fel- és szálló űrrepülőgépet (amiről angol elnevezését is nyerte: „HOrizontal Take Off and Landing”, azaz „vízszintes fel- és leszállás”), amelyet torlósugár-hajtóművel kívántak működtetni rakétahajtóművének beindításáig (17. ábra).



17. ábra: A HOTOL

A *HOTOL* a tervek szerint 62 méter hosszú, 12,8 méter magas, 5,7 méteres törzsátmérőjű, 19,7 méteres fesztávolságú lett volna. Szárnykialakításához a *Concorde* repülőgép tapasztalatait kívánták hasznosítani, mivel annak viszonylag alacsony fajlagos szárnyterhelése visszatéréskor kisebb siklási sebességet tett volna lehetővé, a borítás kisebb mértékű felmelegedését eredményezve. Számítások szerint a felmelegedés így soha, sehol nem haladta volna meg az 1400 °C-ot, ezért a szén-szén kompozit anyagokból épített szárnyakon nem lett volna szükség a *Space Shuttle* hővédelmi rendszeréhez hasonló hőszigetelő lapok használatára.

A konstrukciós célkitűzés olyan repülőeszköz létrehozása volt, melynél egy repülés költsége nem haladja a *Space Shuttle* költségének 20%-át. Ezt mindenképp a pilóta nélküli, teljesen újrafelhasználható, egylépcsős repülőszerkezet kialakítása tette lehetővé, amely felszállásához, gyorsításához a tervek szerint nem használt volna rakétát, hanem valamilyen, a repülőgép fedélzetén levő vagy földfelszíni gyorsító eszközt alkalmazva érte volna el

az  $M = 0,8-1,2$   $M$ -számtartományhoz tartozó transzszonikus sebességet. Itt már képes lett volna működésbe lépni a *HOTOL* környezeti levegőt használó torlósugár-hajtóműve. Utóbbi 26–32 km magassáig emelve, 5–7  $M$ -nek megfelelő hiperszonikus sebességre gyorsíthatta volna fel a repülőeszközt. Ekkor léptek volna működésbe a fedélzeti tartályokból táplált rakétahajtóművek, melyek a kívánt 300 km magasságú végcélhoz emelték volna az űrjárművet, a szállított 7–8 tonna hasznos teherrel.

Az ilyen indítási mód egyik legéletképesebbnek tűnő tervezetváltozata az volt, hogy a szovjet *An-225*-ről, repülés közben megvalósított start biztosítja a torlósugár-hajtómű indításához szükséges magasságot és sebességet. Ennek lehetőségét akkor a Szovjetunióban, szélcsatornában előzetesen megvizsgálták, és a tapasztalatok kedvezőek voltak.

A program kezdetétől a brit kormány és az ipari partnerek támogatása egyenetlen volt, a keresett külföldi kooperációs partnerek (az USA, illetve az ESA) nem kívántak anyagilag hozzájárulni. A Rolls-Royce is kilépett a projektből, úgy ítélve meg, hogy nem lesz elég külső érdeklődés és kereslet a létrehozási költségek megtérüléséhez. Végül a brit kormány 1989-ben elutasította a *HOTOL* további finanszírozását.

## Kínai űrrepülőgép terve

A 90-es években – a *Space Shuttle*, *Buran*, *Hermes*, *HOTOL* fejlesztése idején és vélhetően attól is inspirálva – Kína szintén saját űrrepülőgép létrehozásának tervét adta hírül.

Az akkori helyi tárgyi és személyi feltételek hiányában az elképzelt, repülőtérről fel-/leszálló, 330 tonna tömegű, két lépcsőben egymásra épített, két külön szárnyas repülőtestből álló, 6 tonna hasznos terhet 500 km magas pályára emelni képes űrrepülőgép soha nem valósult meg. (Az 1. fokozat 45 méter hosszú, 25 méter fesztávolságú és 198 tonna tömegű, a 2. fokozat 35 méter hosszú, 15 méter fesztávolságú és 132 tonna tömegű lett volna.) A kombinált meghajtást torlósugár-hajtóművel és cseppfolyósított hidrogén-oxigén keverékével táplált rakétával tervezték biztosítani.

## Az űrrepülőgép-fejlesztési programok lehetséges folytatásai

Az űrrepülőgép-fejlesztések az USA-ban a *Space Shuttle* program mellett is folyamatosak voltak, mivel a hiperszonikus, szuborbitális és űrrepülőgépek számos lehetőséget kínáltak személyszállításra, katonai feladatokra és űreszközök indítóplatformjaiként is. Az ismertté vált tervek, fejlesztések közös sajátossága (a *DC-X Delta Clipper* kivételével), hogy a gyakorlatban

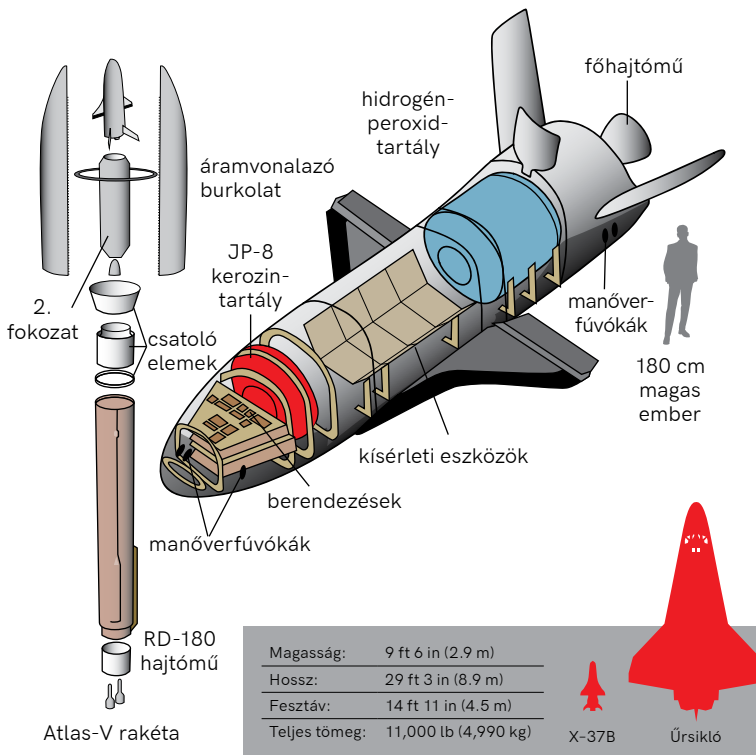
nem valósultak meg, de mindegyikük szolgált valamilyen, a későbbiekben hasznosítható elméleti részeredménnyel.

E tapasztalatok, kiegészülve a számítás- és robottechnika, valamint a mesterséges intelligencia napjainkra elért eredményeivel, indokoltá, illetve lehetővé tették az űrrepülőgépeknél is egy új minőség megjelenését. Ennek – főként a gazdaságossági szempontok figyelembevételével kialakított – tervezési alapvetései:

- ahol lehetséges, mindenféle emberi jelenlét, illetve közreműködés száműzése a fedélzetről;
- amennyiben szükséges emberi jelenlét a repülőeszközön, az rövid idejű (maximálisan néhány órás) legyen, megfelelő komfortfeltételek között, pl. személyzet vagy utasok űrállomásokra történő oda-vissza szállítására, vagy turisztikai célú szuborbitális űrúgrásokra szolgáljon.

Mindezek jegyében a következőkben bemutatott űrrepülőgépek jelentek meg a 21. század első évtizedeiben.

## X-37B orbitális tesztjármű (OTV)



18. ábra: Az X-37B űrrepülőgép

A Boeing cég által gyártott *X-37B* űrrepülőgép (18. ábra) fejlesztése a NASA-tól, a tesztprogram leállítását követően került az Egyesült Államok légierijéhez (USAF).

Az űrjármű hagyományos hordozórakétával állítható pályára, fedélzeti energiarendszereit kinyitható napelemek táplálják. Míg a *Space Shuttle* legfeljebb három héten át tartózkodhatott az űrben, addig az *X-37B* számára ez az időtartam akár több év is lehet. Az Egyesült Államok légierije három ilyen űreszközzel rendelkezik, amelyek már több repülést is végrehajtottak. A légkörön át automatizált siklórepüléssel visszatérő űreszközt először az *Atlas-5* hordozórakéta, majd a *SpaceX Falcon 9* rakéta indította a világűrbe.

Az *X-37B* 2019 októberében, 720 nap után tért vissza az ötödik repüléséről speciális leszállóhelyére (SLF)<sup>18</sup>. Elvégzett tevékenységéről ekkor sem közöltek semmit. A 2020 májusában kezdődött hatodik feladatát befejezve 2022 novemberében, 908 űrben töltött napot követően szállt le. Az *X-37B* addigi repülései során, összesen 3774 nap alatt kétmilliárd kilométert tett meg a világűrben. A hetedik útjára 2023. december 28-án indult.

## XS-1

Az Egyesült Államok védelmi kutatási szövetsége (DARPA) többször használható űrjárműre kiírt pályázatát a Boeing cég nyerte el az *XS-1* kísérleti űrrepülőgép modelljével.

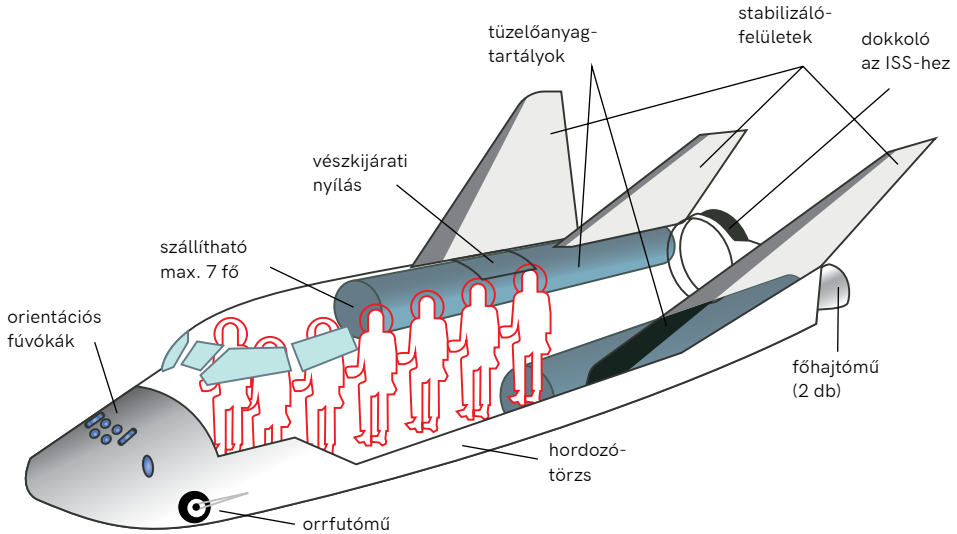
- E tervezett repülőeszköznek az alábbi képességekkel kell rendelkeznie:
- leoldható gyorsítórakéták nélküli felszállás;
  - 1,5 tonna hasznos terhelés szállítása külső konténerben;
  - feladata végeztével repülőgépként történő visszatérés.

További elvárás, hogy heti egy karbantartással naponta újraindítható legyen, valamint egy felszállásának költsége nem haladhatja meg az 5 millió USD-t.

## Dream Chaser (Álomvadász)

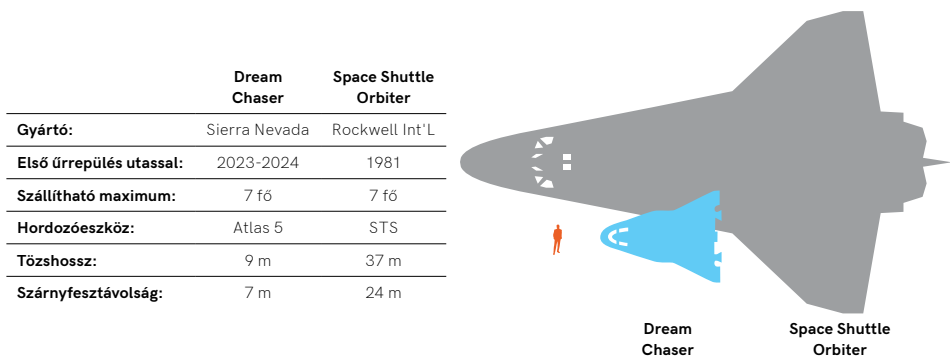
Az új amerikai űrrepülőgépet fejlesztő Sierra Nevada Corporation (SNC), az Európai Űrügynökség (ESA) és a Német Űrügynökség (DLR) 2014-ben együttműködési megállapodást írt alá az európai technológiák kiterjedt alkalmazásáról, európai űrhajósok közös utazásáról, műholdak indításáról és javításáról. E megállapodás része a NASA programjának, amely magán-cégeket von be az USA embert szállító űrrepülési kapacitásának bővítésébe. Ennek jegyében a magánfejlesztésű űrjárművek többek közt a *Nemzetközi Űrállomásra (ISS)* szállíthatnak űrhajósokat, akkori tervek szerint már 2017-től. (19. ábra)

<sup>18</sup> Űrrepülőgép-leszállási létesítmény (repülőtér) Floridában, a Kennedy Űrközpont része.



19. ábra: A Sierra Nevada Corporation Dream Chaser űrrepülőgépek vázlata

A *Dream Chaser* űrrepülőgép geometriai és tömegadatai – azonos személyszállító kapacitás esetén – mintegy harmadrészét teszik ki a *Space Shuttle* megfelelő adatainak, de az új fejlesztésű űrrepülőgép elődjénél lényegesen gazdaságosabban működtethető (20. ábra). A tervek szerint *Atlas-5* rakétával indítva, egyszerre hét űrhajóst is az *ISS*-re juttathat, a Földre pedig – a *Space Shuttle*-lal egyező módon – siklórepülőgépként tér vissza. 2016-ban – az előzetes terveknek megfelelően, automata üzemmódban (űrhajós nélkül) – végrehajtották az első tesztrepülést. A későbbi, embereket szállító próbán vizsgálni kívánják az európai *Ariane-5* hordozórakétával történő pályára állítás lehetőségét is.



20. ábra: A Dream Chaser néhány adatának összehasonlítása a Space Shuttle-lal



A NASA 2014 szeptemberében azonban bejelentette, hogy a kereskedelmi személyszállítási képesség (CCTC) kialakítását célul kitűző program keretében „űrtaxi”-fejlesztések folytatására szánt 6,8 milliárd USD-t a Boeing és a SpaceX cégek között osztja fel (amiben a Boeing a *CST-100 Starliner*, a SpaceX pedig a *Dragon* továbbfejlesztett, többször használható űrhajó változataival vett részt) (21. ábra).



21. ábra: Az „űrtaxi”-fejlesztések folytatására kiírt CCTC-pályázat nyertes űrjárművei

A Sierra Nevada Corporation egy másik fontos projektbe viszont már bekerült: 2024-től kezdve hat rakományt szállíthat a *Nemzetközi Űrállomás*-ra. E döntést követően határozott úgy, hogy szállító űreszközzé alakítja át az eredeti konstrukcióját, *Tenacity* néven, amely az *ISS*-hez 900 kg rakományt továbbíthat.

A tervek szerint egy 4,9 méter hosszú, az űrállomáshoz is csatlakoztatható modul, a *Shooting Star* révén a teherszállító kapacitás 4500 kilogrammal növelhető. A rakományt kirakását követően a modul hulladékkal feltöltve



visszaküldhető a Földre. A teherszállító egység kutatómodulként is berendezhető.

## Az új kínai űrrepülőgép

A szokásos titkolózás közepette, 2020. szeptember 4-én többször használható, embert nem szállító tesztűrjármű startolt Kínából, majd két nappal később sikeresen leszállt.

Hivatalos közlemény szerint a repülés során technológiai kísérleteket végeztek. Az új kínai űrrepülőgép feltételezett méretei, lehetőségei az USA X-37B típusú űrjárművével vethetők össze.

2023 májusában ismét ismeretlen funkciójú, hasonló kísérleti kínai űreszköz tért vissza a Földre 276 napi keringés után. Feladatáról, úti céljáról, repülési adatairól szokás szerint nem közöltek információkat és képeket. Az űrrepülőgépről levált egy másik űreszköz, amivel később legalább két-három alkalommal hajtott végre megközelítést, és feltehetően dokkolást is. 2023. december 14-én harmadik útjára indult a kínai űrrepülőgép, szintén nem publikus feladatokkal.

## Kereskedelmi célú űrrepülőgépek szuborbitális űrúgrásokra

A századfordulóra megjelent az USA-ban az igény egy kevésbé drága, főként szórakozási célú, rövid időtartamú űrkirándulásra, más néven *űrúgrásra*. Ez az űrrepülés egyik változata olyan, erre a célra létrehozott speciális űrjárművekkel, melyek nem érik el az első kozmikus sebességet, így az orbitális pályát sem, hanem az ún. Kármán-vonal<sup>19</sup> magasságában szükségszerűen lelassulva süllyedni kezdenek, majd leszállnak.

A szuborbitális űrjárművek egyik változata hagyományos hordozórakétával emelkedik a magasba, majd függőleges pályán, fékezőrakétás és/vagy ejtőernyős lassítás után száll le. A másik megoldásnál közvetlenül repülőtérrel vízszintesen indulnak el hordozó-repülőgép segítségével vagy saját rakéta-hajtóművel, és repülőgép módjára, vízszintesen szállnak le is.

Utóbbiak megvalósítására (is) pályázatot írtak ki, melynek nyertese 2004-ben a *SpaceShipOne* („első űrhajó”) nevű konstrukció lett.

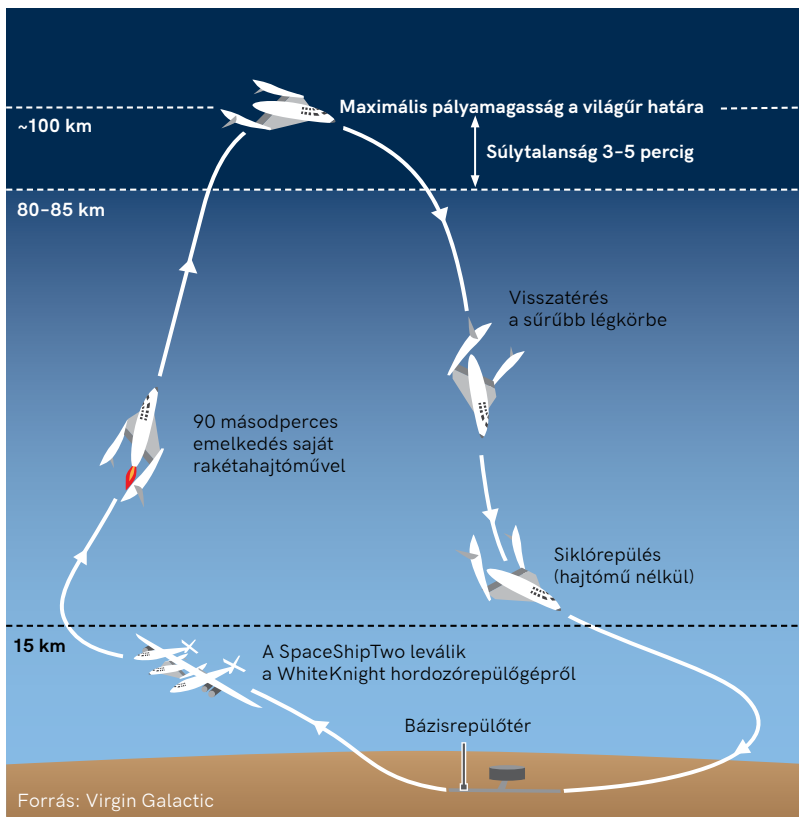
A fedélzeten tartózkodó fizető utasok az egyedülálló panoráma látványán kívül 80–100 kilométeres repülésimagasság-tartományban (az emelkedés végén és a visszasüllyedés kezdetén) 3–5 percre a súlytalanságot is megtapasztalhatják.

<sup>19</sup> A Kármán-vonal a világegyezményes határa, amely ~100 km-es magasságban húzódik. Itt már egy repülőeszköz nem tud az aerodinamikai felhajtóerő segítségével repülni. Vagy eléri megfelelő plusz hajtómű-tolóerővel az első kozmikus sebességet az orbitális pályára kijutáshoz, vagy enélkül visszasüllyed a légkörbe.

Természetesen ez nem vetélkedhet az ISS-re szóló egyhetes űrturizmus élményével, de az árával sem. Míg az utóbbiért több tízmillió USD-t kellett fizetni, a szuborbitális űrgrás előjegyezve, „mindössze” 95 000–200 000 USD-ba került 2012-ben. (Az olcsóbb ajánlatok a még csak rajzasztalon létező, majdani repülőeszközökre vonatkoztak!) Ez, a 2023-ra átütemezett első kereskedelmi repülés idejére, utasonként 450 000 USD-ra emelkedett.

A *SpaceShip* űrrepülőgépekkel megvalósított szuborbitális repülés pályaelemeit vázlatosan a 22. ábra szemlélteti.

A Virgin Galactic vállalat a *SpaceShipOne* sikere után azonnal felvásárolta a rendszert (közös vállalatot létrehozva a gyártó Scale Composites céggel), és annak bázisán hozzálátott a továbbfejlesztett *SpaceShipTwo* (SS2) változat létrehozásához, aminek a repülési tesztjei 2009-ben kezdődtek.



22. ábra: A *SpaceShipOne* és *Two* szuborbitális űrgrásának pályaelemei

Az SS2-t elődjéhez hasonlóan a *White Knight* kéttörzsű repülőgép emeli magasba (22. ábra), onnan indul saját rakétahajtóművével tovább a szuborbitális űrgrásra.



A repülőgépben a két pilótán kívül 6 fizető utas foglalhat helyet. Egy berepülés alkalmával, 2014-ben hajtóműrobbanás miatt egy repülőeszköz megsemmisült, egyik pilótája életét vesztette, ami hátráltatta a kereskedelmi alkalmazás megkezdését, így 2023-ra ütemezték át az első kereskedelmi repülést, amelyre Galactic 01 néven, a *SpaceShipTwo* osztályú *VSS Unity* űrrepülőgép fedélzetén, június 29-én került sor. A potenciális utasok – előzetes tesztek és a felkészítést követő megfelelés után – az útra túlnyomásos ruhát kapnak. A repülésen a több percig tartó súlytalanság időtartama alatt a viszonylag tágas kabinban szabadon mozoghatnak és nézelődhetnek a közel félméteres átmérőjű ablakokon keresztül.

Természetesen Oroszország is törekedett ilyen rendeltetésű kereskedelmi űreszköz létrehozására. A tervezett *Sz-XXI* űrrepülőgép a pilóta mellett három fizető utast szállítva, az *SS2*-höz hasonló repülési programot hajtott volna végre. Hordozását, majd légköri indítását az e célra átalakított *M-55 Geophysics* magassági felderítő-repülőgépről tervezték.

A 2016-ban alapított Radian Aerospace vállalat egy úgynevezett SSTO, vagyis fokozatok nélküli fel- és leszállásra képes űrrepülőgép tervét mutatta be 2022-ben. A saját hajtóműveivel, vízszintesen, futópályáról fel-/leszálló űrrepülőgép a tervek szerint hamar, akár 48 órán belül újra bevethető lenne.

A vállalat tervei szerint ez az eszköz forradalmasítaná a jövőben az űrutazást. A *Radian One* ötéves fejlesztést követően öt fő és ~2 tonna rakomány űrbe juttatására lesz alkalmas, három, folyékony üzemanyaggal működő hajtóművével. A tervezett felhasználási körébe tartozik az alacsony Föld körüli pályán keringő kereskedelmi űrállomásokra utaztatás, a különböző célú Föld-megfigyelések, az űrben gyártott termékek hazahozatala, esetleg a Föld különböző távoli pontjai közötti különösen gyors összeköttetés biztosítása.

## Az űrrepülőgép-programok összefoglalása

A 70-es évek fejlesztései nyomán megvalósult űrrepülőgépek (az USA *Space Shuttle*-ja és a szovjet *Buran*) felhasználhatóságukat, alkalmazási lehetőségeiket, a fedélzetükön utazók élet- és munkakörülményeinek javulását tekintve jelentős előrelépést, minőségi ugrást jelentettek a korábbi, csak egyszer használható űrjárművekhez képest, új korszakot nyitottak a Föld körüli pályán történő űrutazásokban. Számos sikeres kutatási programban való eredményes részvételük mellett, több nagyszabású feladat megvalósításában működtek közre sikeresen (pl. az *ISS* építése, majd ellátása, a *Hubble* űrteleszkóp és műholdak javítása stb.)

Hivatalosan soha nem vált publikussá, hogy az előzetes elképzelések szerint az űrrepülőgépek tervezett katonai alkalmazási körében szerepelt-e valamilyen űrből történő csapásmérési képesség kialakítása. A csillagháborús

tervekben (Stratégiai Védelmi Kezdeményezés, SDI) esetleges szerepükről semmi nem került nyilvánosságra, a gyakorlat azonban hamar egyértelművé tette az ilyen irányú felhasználásuk célszerűtlenségét. Katonai felderítést nagy valószínűséggel végeztek velük, de jellegüknél fogva az ilyen műveleteket sem hozták nyilvánosságra.

A fedélzetükön embert is szállító, első generációs űrrepülőgépek működésének 30 éve alatt azonban fokozatosan nyilvánvalóvá váltak műszaki és kivitelezési hiányosságaik, alkalmazási korlátjaik, nem beszélve a természetes elavulásukról a tudomány és a technika ez idő alatti fejlődése következtében. Mindeközben felhasználásuk is egyre gazdaságtalanabbá vált, mert a 21. században megjelentek a kevésbé drága, de az összes főbb funkcionális egységükben többször is újrafelhasználható hordozórakéták, és rajtuk a visszatérni képes, további repülésekre is alkalmas személy- és/vagy teherszállító fülkék. Ráadásul számos, a személyzet által végzett tevékenység maradéktalanul kiválthatóvá vált az irányítástechnika, a robotika és a mesterséges intelligencia fejlődésével és alkalmazásával. Az pedig végleg megpecsételte e repülőeszközök sorsát, hogy a világűrben alkalmazott öt űrrepülőgép közül kettő katasztrófában megsemmisült, és bennük összesen 14 űrhajós vesztette életét.

A tudományos-technikai fejlődés nyomán az állami űreszközök mellett megjelentek a Föld körüli pályán működő magánűrállomások és a kereskedelmi űrrepülés első képviselői is. Ezek működtetése, kiszolgálása – okulva a *Space Shuttle* megismert hiányosságaiból – új generációs űrrepülőgépek létrehozását tette szükségessé, úgy a polgári (pl. *SpaceShipOne/Two*, *Dream Chaser*, *Tenacity*, *XS-1*, *Sz-XXI* stb.), mint a katonai felhasználási területen (pl. *X-37B*, kínai űrrepülőgép). Mindez valószínűsíti a további fejlesztéseket is.

Az űrben folytatott katonai tevékenységeknek kevés korlátjuk van. Az 1967-ben megkötött Világűrszerződés tiltja ugyan a tömegpusztító fegyverek telepítését vagy használatát az űrben és az égitesteken, ám akkor még nem számolhattak azzal, hogy 30 évvel később megjelennek újabb államok és magánszervezetek, amelyek műholdakat, köztük katonai rendeltetésűeket is üzemeltetnek (mint például India, Japán, Izrael), és számuk azóta is egyre gyarapodik.

Így jelenleg a nemzetközi szerződés megvalósítása még csak ott tart, hogy meg kellene teremteni az űrbéli „felelősségteljes magatartás” normáit, amelyek kereteit mindenekelőtt definiálni kell, majd e normákat el kell fogadtatni az érintettekkel. A vonatkozó javaslatok zöme az USA-tól származik, de Kína, Oroszország és India tevételes együttműködése nélkül ez a normarendszer a gyakorlatban működésképtelen.



## Felhasznált irodalom

- 780 nap után leszállt, mi az? *Úrvilág*, 2019. 10. 28., [http://www.urvilag.hu/nyomtat/a\\_nemzetbiztonsagert/20191028\\_780\\_nap\\_utan\\_leszallt\\_mi\\_az](http://www.urvilag.hu/nyomtat/a_nemzetbiztonsagert/20191028_780_nap_utan_leszallt_mi_az).
- A Gehman-bizottság jelentésének megállapításai az űrrepülőgépek hiányosságairól (space. 50m. specedaily.com – Dancsó Béla nyomán).
- Александр Архипов – Валерий Погодин: Экстремалы рвутся в космос. Крылья Родины, 2004/8 (649), 2–6.
- Aviation Fact File: Shuttle Challenger*. Salamander Books Ltd., London, 1987.
- Novák Csaba: A Boeing és a SpaceX építi a NASA űrtaxit. *Innoportal.hu*, 2014. 09. 17., <https://www.innoportal.hu/a-boeing-es-a-spacex-epiti-a-nasa-urtaxit>.
- Eric BERGER: Radian announces plans to build one of the holy grails of space-flight. *Ars Technica*, 2022. 01. 19. <https://arstechnica.com/science/2022/01/radian-announces-plans-to-build-one-of-the-holy-grails-of-space-flight/>.
- Alan BOYLE: Radian Aerospace comes out of stealth and raises \$27.5M for orbital space plane development. *Geekwire.com*, 2022. 01. 19., <https://www.geekwire.com/2022/radian-aerospace-comes-out-of-stealth-and-raises-27-5m-for-orbital-space-plane-development/>.
- British Aerospace HOTOL. Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/British\\_Aerospace\\_HOTOL](https://en.wikipedia.org/wiki/British_Aerospace_HOTOL).
- DARPA Picks Design for Next-Generation Spaceplane. outreach@darpa.mil. 2017. 05. 24., <https://www.darpa.mil/news-events/2017-05-24>.
- С. М. Егер (под. ред.): Проектирование самолетов. „Машиностроение”, Москва, 1983.
- ELTER Tamás: Voltak túlélői a Columbia űrrepülőgép pusztulásának. *origo.hu*, 2021. 02. 01., <https://www.origo.hu/tudomany/20210201-hatvan-kilometeres-magassagban-a-leszallasi-manover-kozben-esett-szet-darabjaira-a-columbia.html?source=hirlevel>.
- Гиперзвуковые технологии. Исследования и разработки 1988 – 2013 г. г., <https://www.gpntb.ru/vystavki-v-gpntb-rossii/113-chitate-lyam/6/5991-giperzvukovye-letatelnye-apparaty.html>.
- Mike GRUSS: Reusable Military Spaceplane Tops DARPA's Budget Request, Again. *Space News*, 2016. 02. 15., [http://www.space.com/32051-reusable-military-spaceplane-darpa-budget.html?cmpid=NL\\_SP\\_weekly\\_2016-2-26](http://www.space.com/32051-reusable-military-spaceplane-darpa-budget.html?cmpid=NL_SP_weekly_2016-2-26).
- Győzelem és tragédia: Az űrrepülőgép-program 1-2. rész. *Superuser*, 2018. 12. 29. <https://dokumentumfilmek.hu/nasa-urrepuloget-program/>.
- William HARWOOD: CBS News "Space Place" & Used With Permission. *Spaceflight Now*, 2014. 03. 05. <https://spaceflightnow.com/news/n1403/05spacexula/>.

- Hogyan működik az űrrepülőgép 1-4. *Űrvilág*, 2013. 02. 13., <http://www.urvilag.hu>.
- In memoriam Buran. *sg.hu*, 2008. 11. 23., <https://sg.hu/cikkek/tudomany/64110/in-memoriam-buran>.
- Kína Föld körüli pályára állított valami titokzatos űreszközt. *Infostart/MTI*, 2022. 08. 08., [https://infostart.hu/tudomany/2022/08/08/kina-fold-koruli-palyara-allitott-valami-titokzatos-ureszkozot?utm\\_source=infostart&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=hirlevel](https://infostart.hu/tudomany/2022/08/08/kina-fold-koruli-palyara-allitott-valami-titokzatos-ureszkozot?utm_source=infostart&utm_medium=email&utm_campaign=hirlevel).
- Kísérletek a Dream Chaseren. *Űrvilág*, 2018. 03. 06., [http://www.urvilag.hu/nyomtat/urturistak\\_es\\_maganurhajok/20180306\\_kiserletek\\_a\\_dream\\_chaseren](http://www.urvilag.hu/nyomtat/urturistak_es_maganurhajok/20180306_kiserletek_a_dream_chaseren).
- КосмоСториз: ПОЧЕМУ БОР 4 (СССР) и Dream Chaser (США) ТАК ПОХОЖИ? 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=XVg95mnZnTI>.
- Мария Леонова: Результаты этих исследований актуальны и сегодня. *Авиа Панорама*, 2013. 42-44.
- Nevet kapott a 2021-ben induló magánűrrepülő. *National Geographics*, 2020. 08. 13., <https://ng.hu/tudomany/2020/08/13/nevet-kapott-a-2021-ben-indulo-maganurrepulo/>.
- ÓVÁRI Gyula: *Speciális légjárművek, hiperszonikus és űrrepülőgépek*. Elektronikus tananyag. BME/NKE, 2022., <http://www.vrht.bme.hu/hu/hallgatoinknak/letoltesek.html>.
- Shuttle-reinkarnáció*. *Űrvilág*, 2006. 11. 23., <http://www.urvilag.hu>.
- SZÉKELY Ferenc: Katonáság és Jurassic Parkok az űrben – a 21. század legnagyobb fenyegetései. *EuroNews.com*, 2022. 02. 17., [https://hu.euronews.com/2022/02/17/katonasag-es-jurassic-parkok-az-urben-a-21-szazad-legnagyobb-fenyegetesei?utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=hu&utm\\_content=katonasag-es-jurassic-parkok-az-urben-a-21-szazad-legnagyobb-fenyegetesei&\\_open=eyJndWlkIjojYmJmM-GlwMDU1ZWZWM4MzY5Y2NkZTdlM2YzODBjN2ZlZjEifQ%3D%3D](https://hu.euronews.com/2022/02/17/katonasag-es-jurassic-parkok-az-urben-a-21-szazad-legnagyobb-fenyegetesei?utm_source=newsletter&utm_medium=hu&utm_content=katonasag-es-jurassic-parkok-az-urben-a-21-szazad-legnagyobb-fenyegetesei&_open=eyJndWlkIjojYmJmM-GlwMDU1ZWZWM4MzY5Y2NkZTdlM2YzODBjN2ZlZjEifQ%3D%3D).
- VÁRDAI Mihail Istvanovics: A világűr militarizálásának kérdéseiről. *Honvédségi Szemle*, 2021. 01. 11., 34-50.

# A műholdak szolgáltatásai

Nagy Gábor<sup>1</sup>

Az emberiség térhódítását a világűrben számos oldalról közelíthetjük meg. A legnagyobb közérdeklődésnek örvendő események kétségtelenül az emberes űrrepülések, a felbocsátástól kezdve az űrben tartózkodáson keresztül a remény szerinti sikeres földet érésig. Közel 70 éve tartó közvetlen „kapcsolatunk” a világűrrel mégis jellemzően olyan technológiára épül, amely nem igényel helyszíni emberi jelenlétet; a szolgáltatásai mégis a mindennapi életünk szerves részévé váltak: e technológiai megoldások egyikét *műholdnak* hívják.<sup>2</sup> Ezek a szolgáltatások ráadásul olyan mértékben beintegrálódtak napjaink technológiájába, hogy a legtöbb esetben észre sem lehet venni, mennyire nélkülözhetetlenek az egyre növekvő információigény kielégítésével egyidejűleg a felhasználókat „kiszolgáló”, mesterséges égitestek nyújtotta adatok. Minden egyes nap emberek milliárdjai használnak műholdakat azzal, hogy élvezik az okostelefonjaik nyújtotta alkalmazásokat, töltőállomáson fizetnek bankkártyával, nemzetközi közvetítéseket néznek a tévében, interneteznek egy repülőgépen vagy autós navigáció segítségével jutnak el A-ból B-be. Ez a fejezet átfogó képet nyújt a műholdak által biztosított képességek relevanciájáról, sokszínűségéről, összetettségéről, előnyeiről, a legjelentősebb felhasználási területeiről, valamint arról, hogy összességében miért kell már napjainkban is kritikus infrastruktúrának tekinteni a műholdakat és a földi állomásokat.

Miért van szükség a műholdakra? Alkalmazásuk számos előnye mellett olyan szolgáltatások és általuk elérhető képességek egész sora szól mellettük, amelyek kizárólag a világűrbe „telepített” megoldások révén lehetségesek, úgymint a Föld megfigyelése, navigáció, nagy távolságú kommunikáció, vagy éppen a globális műsorszórás. A jelen fejezet rész célkitűzése a legjelentősebb polgári, valamint biztonsági és védelmi célú műholdas szolgáltatások bemutatása, kiegészítve a műholdas képességeket befolyásoló legalapvetőbb tényezők ismertetésével.

<sup>1</sup> Nagy Gábor őrnagy, MH Haderőfejlesztési és Transzformációs Parancsnokság. E-mail: nagy.gabor@mil.hu. MTMT-azonosító: 10074217.

<sup>2</sup> Szászné Tolnai Klára – Tamási Ferenc: Mesterséges holdak. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1986.



## A műholdak szerepe

A jelenkor műholdas szolgáltatásainak bemutatása előtt röviden összefoglaljuk azokat a körülményeket, amelyek alapvetően határozzák meg a műholdak működésével, valamint az általuk nyújtott szolgáltatásokkal kapcsolatos peremfeltételeket. A műholdas technológia tervezésének legelső fázisa a biztosítani kívánt szolgáltatás „beazonosítása”. Az úgynevezett *hasznos teher* azokból a műszerekből áll, amelyek a műhold létjogosultságát jelentő adatokat (kép, radar adat, rádiófrekvenciás jel stb.) állítják elő. Az ilyen műszerekből igény szerint lehet többféle típusú és funkciójú is egyszerre a műhold fedélzetén. A műhold felépítésének tervezése során a hasznos teher kiválasztását követően kerül sor a műholdas szolgáltatáshoz leginkább „illeszkedő”, megfelelő *műholdpálya* kiválasztására. Az orbitális paraméterek ugyanis a legtöbb esetben teljes egészében függenek a szatellit célberendezésének funkcionalitásától. Műsorszórásra például az úgynevezett *geostacionárius pálya*<sup>3</sup> alkalmas, Föld-megfigyeléshez pedig alacsony pályás<sup>4</sup> műholdakra van szükség, míg a globális navigációs műholdas rendszerek – melyek közül a legismertebb az amerikai GPS-rendszer – szolgáltatásait közepes Föld körüli pályán<sup>5</sup> keringő műholdak biztosítják. Természetesen számos egyéb, speciális műholdpálya is létezik, illetve az imént említett műholdas képességek sem csak kizárólag ezeken a pályákon létezhetnek. Mindemellett a műholdas pálya megfelelő megválasztása kritikus fontosságú egy műhold ideális működése érdekében.

Minden más, a műhold fedélzetén „helyet kapó” berendezés alapvetően függ a műholdpályától és a hasznos tehertől. A műholdak működőképességét lehetővé tévő *energiaellátó rendszerek* kialakítása és méretezése teljes mértékben a műholdas architektúra egészétől függ, vagyis attól, hogy mennyi villamos energiára van szüksége a teljes berendezésnek. A megvalósítás a legtöbb esetben napelemek (amikor a műhold a Nap és a Föld között van) és akkumulátorok (a napenergia felhasználásával a Föld árnyékos oldalán) együttes alkalmazásával történik.

A Földtől több 100, de akár több 10 000 km távolságban lévő, és ráadásul sokezer km/h-s sebességgel keringő tárgyakkal a *kommunikációs berendezéseken* keresztül tartják a jellemzően kétoldalú – kapcsolatot. Jelenleg erre a célra leggyakrabban rádiófrekvenciás jeleket használnak, bár már az optikai – azaz lézeres – jeltovábbítás képességét is kifejlesztették. Ezeknek

<sup>3</sup> A Föld gravitációs erejéből adódóan a Földtől egy bizonyos távolságra (36 786 km) elhelyezkedő műholdpálya, amelyen a műhold a Földdel pontosan megegyező sebességgel mozog, tehát a Földhöz képest mindig egy adott ponton és (igény szerint) egy adott irányban sugároz.

<sup>4</sup> Low Earth Orbit – LEO (200–2000 km).

<sup>5</sup> Medium Earth Orbit – MEO (2000–35 786 km).



az eszközöknek a révén valósul meg a műholdak irányítása, az eredetihez képest újabb szoftverfunkciók feltöltése, a műhold fedélzetén keletkező adatsomagok földi vevő- és vezérlőállomásokra történő lesugárzása, illetve több műhold egymás közötti információtovábbítása.

A műholdak üzemi környezetének helyszínéül szolgáló világűr egy rendkívül barátságtalan környezet. Tervezésük és gyártásuk során éppen ezért a technológiának az összes, e környezetre jellemző körülmény elleni védelemmel rendelkeznie kell. Melyek ezek a körülmények? A földi környezettől eltérően a világűrben a magnetoszféra (a Föld mágneses tere) gyengébb vagy már nem számottevő, illetve a légkör által biztosított védelem nincsen jelen. Ezért az anyagtechnológiai megoldásokat felhasználó *kozmosz sugárzás elleni védelem* elengedhetetlen a műholdak hosszú távú működésének biztosításához. Ehhez hasonlóan a rendkívül szélsőséges időjárási körülmények, vagyis a *hőhatások elleni védelem (túlzott meleg a napos oldalon, illetve hideg árnyékban)* kialakítása is létfontosságú. Végezetül a számos perturbációs hatás<sup>6</sup> elleni védekezés céljából a műhold fedélzetén – az üzemszerű működés érdekében – mind a pályastabilitásért, mind pedig a helyzetstabilizálásért „felelős” pályakorrekciós hajtóművek szükségesek.

## Műholdas szolgáltatások

A műholdak rendkívül széles spektrumban képesek adatok és információk vételére és adására. A világűrbeli elhelyezkedésüknek köszönhetően földrajzi korlátozásoktól mentesen nyílik lehetőség az adatok gyűjtésére, valamint kommunikációs kapcsolatok létesítésére. Ennélfogva a Föld felszínének jelentős része – akár egyetlen műhoddal is – lefedhető, az adatgyűjtés pedig – leszámítva a műholdfedélzeti vagy a földi állomásokon történő adatfeldolgozás időigényét – közel fénysebességgel valósul meg, nem beszélve a földfelszíni rendszerekhez képest összehasonlíthatatlanul szélesebb körben biztosítható szolgáltatásportfólióról, amelynek elemei a következők.

*Távérzékelés:* a távérzékelő műholdak fogalmába egyaránt beletartozik a látható fény tartományában történő műholdfelvételek készítésének képessége, illetve az elektromágneses tér mikrohullámú, ultrabolya, infravörös és rádióhullámhosszain történő érzékelés. Az így nyert információk hasznosíthatók többek között az időjárás előrejelzése, a katasztrófavédelmi megelőzés és a kialakult katasztrófahelyzet kezelése, mezőgazdasági adatgyűjtés,

<sup>6</sup> A műhold pályaparamétereit és helyzetét negatívan befolyásoló külső tényezők, úgymint a Föld egyenetlen tömegeloszlása; a Föld geoid, azaz közel sem tökéletes gömb alakja; a Hold, a Nap, a Jupiter gravitációs ereje; úridőjárás; Naptevékenységek stb.



Műholdas szolgáltatások (© NATO)

természeti erőforrások vizsgálata, geológiai és egyéb tudományos mérések, valamint kormányzati felhasználás céljából is.

*Mobilkommunikáció:* ilyen szolgáltatást biztosító műholdak alkalmazásával olyan területeken nyílik lehetőség hang -és adatkapcsolat létesítésére, ahol a földi vezetékes és celluláris szolgáltatások nem érhetőek el – mindez nagyságrendekkel nagyobb léptékű lefedettség mellett.

*Széles sávú adatkapcsolat:* Számos kommunikációs műhold nyújt széles sávú internet-hozzáférést. Az alacsony pályás műholdkonstellációk napjainkban történő kialakításával a Föld gyakorlatilag bármely pontján biztosított lesz a felhasználók internethez való csatlakozása földön, vízen, levegőben. Ezenfelül külön említést érdemel az ún. „dolgok internete” (IoT)<sup>7</sup>, ami jelenkorunk információtechnológiájának egyre szélesebb körben használt fogalma, kiegészítve a M2M<sup>8</sup> kapcsolattal, amin a különböző eszközök hálózatát, valamint az internethez való hozzáférésüket értjük; ily módon lehetővé válik számos képesség központi monitorozása vagy éppen távvezérelhetősége. Azokon a helyeken, ahol a szolgáltatási terület kívül esik a földi hálózatok nyújtotta lefedettségen, az IoT-eszközök műholdas infokommunikációs kapcsolattal történő biztosítása nagymértékben felértékelődik.<sup>9</sup>

*Navigáció:* A navigációs műholdak – jellemzően díjmentesen – a nap 24 órájában szavatolják minden okostelefon- és GPS-eszköz-tulajdonosnak

<sup>7</sup> Internet of Things - IoT.

<sup>8</sup> Machine to machine - M2M, gépek közötti IP-alapú kapcsolat.

<sup>9</sup> Satellite Industry Association, <https://sia.org/satellites-services/introduction-satellites-services/> (A letöltés ideje: 2023. 03. 04.)



az egyre pontosabb helyadatokat, melyekre folyamatosan növekvő számú szolgáltatás és alkalmazás épül. Ráadásul a mindennapokban felhasznált eszközök milliárdjai függenek a navigációs műholdak nyújtotta időzítési adatoktól, legyen szó pénzügyi adatszolgáltatásokról és tőzsdei tranzakciókról, erőművekről vagy akár időjárás-előrejelzésről.

*Katasztrófavédelem:* A természeti katasztrófák sújtotta területeken, ahol jellemzően a földi infrastruktúra (pl. adótorony) sérül vagy megsemmisül, a világűrbe telepített hang-, adat- és széles sávú szolgáltatások révén valósulhat meg a helyszínen szükséges képességek biztosítása a mentésben részt vevők, valamint a helyi lakosság részére egyaránt.

*Műsorszórás:* a műholdas televízió- és rádiójeleknek köszönhetően immáron több mint 60 éve tévéközvetítések és rádióadások vételére nyílik lehetőség -, biztosítva ezzel az események (pl. élő hírműsorok és sportközvetítések, időjárás-jelentés, szórakoztató műsorok stb.) földrajzi helytől független vételét.<sup>10</sup>

A továbbiakban részletesen ismertetjük a fent említett műholdas képességeket.

## Távérzékelés és Föld-megfigyelés

A távérzékelés valaminek a tanulmányozását jelenti, anélkül, hogy közvetlen fizikai kapcsolat állna fenn a vizsgálatot végző eszköz – esetünkben a műhold – és a vizsgálni kívánt tárgy, égitest, terület, környezet, természeti jelenség stb. között. Műholdas távérzékelés során az űrről és a Földdel kapcsolatos információszerzés a legáltalánosabb cél. A távérzékelésnek azt a fajtáját, amikor a Föld felszínére vonatkozóan gyűjtnek adatokat, Föld-megfigyelésnek tekintjük.

A különböző célú távérzékelések és Föld-megfigyelések során a műholdak által készített felvételeket vagy az elektromágneses spektrum különböző tartományaiiban végzett mérések eredményeit a földi állomásokra továbbítják, ahol feldolgozzák és kiértékelik azokat. Rendkívül széles az a felhasználói kör, amely érdekelt lehet ezeknek az adatoknak gyűjtésében, feldolgozásában, kiértékelésében, és adott esetben értékesítésében. A távérzékelő műholdak releváns alkalmazási területei közé tartozik a *mezőgazdaság*; a *kék gazdaság* (óceáni és tengeri környezet); az *éghajlatváltozás és környezetvédelem*; az *energia- és természeti erőforrások*; az *erdőgazdálkodás*; az *egészségügy*; a *biztosítás és a katasztrófavédelem*; a *biztonság*; a *turizmus*; a *közlekedés*; az *élelmezésbiztonság*; valamint a *várostervezés*. A fentiek mindegyike olyan

<sup>10</sup> Global Satellite Coalition: Satellite Impact Around the World, <https://gscoalition.org/maps/satellite-impact> (A letöltés ideje: 2023. 03. 02.)



Az ESA EarthCARE műhold indítása SpaceX Falcon 9 rakétával (2024) (© ESA)

iparág vagy felhasználói terület, amelynek a tevékenységéhez elengedhetetlen adatbázisai részben vagy akár egészben a műholdak nyújtotta információkra épülnek.

A légkörmonitoring mint szolgáltatás folyamatosan gyűjti az adatokat a légkör összetételével kapcsolatosan: úgymint a levegő minősége és annak rétegződésében bekövetkezett változások, az ózonréteg és az ultraibolya-sugárzás, a kibocsátások és a felszíni áramlás, a napsugárzás, az éghajlati kényszer. E mérések kiértékelésével lehetőség nyílik arra, hogy a szakemberek naprakész információkat szerezzenek a környezetvédelmi nyomon követés, a megújuló energiaforrások, a meteorológia és a klimatológia területein.

A tengerikörnyezet-monitoring az alapja az óceáni és tengeri ökoszisztémákat vizsgáló adatbázisoknak, melyek felhasználásával lehetőség nyílik a tengeri biztonság elérésére: a hajóirányítás képességére és a kutató-mentő feladatok támogatására (pl. az áramlatokkal, a széllel és a tengeri jéggel kapcsolatos adatszolgáltatásoknak köszönhetően); a fenntartható halászati gazdálkodás biztosítására; a vízminőség nyomon követésére (tengeri biogeokémiai<sup>11</sup> komponensek vizsgálatával); az éghajlatváltozás tengerszint-emelkedés mutatójával való vizsgálatára; valamint szezonális előrejelzésekre

<sup>11</sup> A geoszférában és bioszférában található elemek, melyek kémiai körforgását vizsgáló tudományág a biogeokémia.



(hőmérséklet, sótartalom, tengerszint, áramlatok, szél és tengeri jég monitorozásával).

A szárazföld-monitoring szolgáltatás – többek között – a biofizikai paraméterek nyomon követésével, a felszínborítás és a földhasználat feltérképezésével, valamint képekkel és referenciaadatokkal támogatja az olyan alkalmazási területeket, mint a várostervezés, az erdőgazdálkodás, a vízgazdálkodás, a mezőgazdaság és az élelmezésbiztonság, a természetvédelem és -helyreállítás, valamint a vidékfejlesztés.<sup>12</sup>

A fentiek gyakorlati megvalósításai közé tartozik a radaros távérzékelés<sup>13</sup>, a több hullámhosszon is érzékeny látható fényű vagy infravörös optikai kamera, a felszínhőmérséklet mérésére alkalmas infravörös sugárzásmérő<sup>14</sup>, a mikrohullámú sugárzásmérő<sup>15</sup>, az altiméter<sup>16</sup>, valamint az egyszerre több elektromágneses hullámtartományban is érzékelné képes spektrométer.<sup>17</sup>

## Mobilkommunikáció

Műholdas kommunikáció, vagy közismert nevén SATCOM során a műhold minden esetben egyfajta átjátszóállomás szerepét tölti be. Kétirányú hang- és adatszolgáltatás, mely során a felhasználói készülék, legyen az műholdas telefon, rádió vagy földi terminál, a műholdon vagy műholdkonstelláción<sup>18</sup> keresztül létesít kapcsolatot az „ellenállomás”-sal.

A kommunikációs műholdak alapvető célja a szolgáltatás lefedettségének kibővítése. A GSM és egyéb celluláris telefóniarendszerek, különösen a ritkán lakott területeken, jellemzően nem rendelkeznek bázisállomással. A kommunikációs műhold „footprint”-je az a terület a földfelszínen, ahol az előfizető képes hozzáférni a szolgáltatáshoz. A felhasználtól a műhold irányába küldött rádiófrekvenciás jel a műholdról már a szolgáltatóhoz tartozó földi állomásra továbbítódik, ahonnan a kiépített földfelszíni hálózatokon keresztül épül fel a végfelhasználóval létesíteni kívánt hang- vagy adatkapcsolat. A műholdas mobilkommunikációs szolgáltatások főbb típusaik szerint a következők lehetnek.

<sup>12</sup> Forrás: <https://www.copernicus.eu/> (A letöltés ideje: 2023. 03. 07)

<sup>13</sup> Radio Detection and Ranging, visszavert rádióhullámok érzékelése és távmérés.

<sup>14</sup> Infrahőmérőkkel távoli tárgyak hőmérséklete mérhető meg az infravörös sugárzás mérése alapján.

<sup>15</sup> Nagyfrekvenciás berendezések, valamint káros mikrohullámsugarak detektálására alkalmas eszköz.

<sup>16</sup> A tengerszint feletti magasság megállapítására alkalmas műszer.

<sup>17</sup> Szinképelemzést végző műszer, a megfigyelt objektumokból érkező látható fény szinképeinek vizsgálata a feladata.

<sup>18</sup> Több műhold egyazon szolgáltatásban való alkalmazása.

A mozgásban lévő műholdas szolgáltatások (MSS<sup>19</sup>) alatt egyaránt értjük a hangcsatornás kommunikációt lebonyolítani képes mozgásban lévő terminálokat, hanghívások lebonyolítása céljából, valamint adattovábbítás esetén az egyirányú adatkapcsolat létesítését például járműkövetés érdekében, vagy akár a duplex adatforgalmat és a széles sávú internet-hozzáférést.

A műholdas telefonok alkalmazásával a felhasználó földrajzi helytől függetlenül (de szolgáltatási területen belül) bárholnan kezdeményezhet és fogadhat telefonhívásokat és szöveges üzeneteket. A műholdas szolgáltatók továbbá biztosíthatnak gép-gép (M2M) kapcsolatot számos alkalmazás érdekében, úgymint eszközfelügyelet vagy követéssel kapcsolatos szolgáltatások.

A mobilterminálok jellemzően kézben hordozhatók. A mozgásban lévő földi állomások bármilyen járműre telepíthetők, például repülőre, hajóra, vonatra vagy akár személyautóra is. A terminálok a jármű mozgása közben képesek a műholdakkal kommunikálni, így biztosítva az utasoknak az adatkapcsolatot.

A mobil műholdas kommunikáció jelentős felhasználói köre rendkívül sokrétű. Vállalati vagy kereskedelmi célú felhasználási lehetőségek mellett lehet szó biztonsági és védelmi feladatokat ellátó felhasználókról (kormányzati, katonai, katasztrófa- és nemzetvédelmi funkciókat betöltő szervezetek és személyek), illetve az egyéni polgári alkalmazásról a földi hálózatokon kívül eső területeken, földön, vízen és levegőben egyaránt. Kereskedelmi, mezőgazdasági vagy ipari érdekeltségű vállalkozások, mint például az erdőgazdálkodás, a bányászat, az olaj- és gázkitermelésben, valamint tengeri hajózásban érdekelt cégek az olyan felhasználók körébe tartoznak, amelyek tevékenységéből adódóan a munkavégzésük és érdekeltségük helyszíne sok esetben a kiépített infrastruktúrán és a városi hálózatokon kívül esik. Részükre a mindennapi működésükhöz elengedhetetlen infokommunikációs szolgáltatások biztosítása műholdon keresztül valósítható meg. Ugyanígy a kormányzati feladatokat ellátók részére biztosítható a magas rendelkezésre állás, az alapszolgáltatásként nyújtható hang- és adatkapcsolatoktól egészen a széles sávú, magas átviteli sebességet lehetővé tevő műholdas kapcsolat létesítéséig (pl. videokonferencia). A katasztrófavédelmi szervezetek részére eseti jelleggel, az adott helyen és időben, célzottan a mentési munkálatokban részt vevők részére, az adott feladat végrehajtásához szükséges minőségben szavatolható a mobil műholdas kommunikációs csatornák létesítése. Napjainkban már alapvető felhasználói elvárás a műholdon keresztüli kommunikáció biztosítása az egyének részére szabadidős tevékenységük során vagy munkavégzésük céljából, amit az egzotikus helyszíneken, repülőjáratokon vagy a nyílt vízen a szatellitek szavatolnak.<sup>20</sup>

<sup>19</sup> Mobile Satellite Services – MSS.

<sup>20</sup> Földi szegmens. In: *Ég és Föld közötti kapcsolatok.* (szerk. Vári Péter) Wolters Kluwer Hungary, Budapest, 2020. 2.2. fejezet, 67–68.



## Széles sávú adatkapcsolat

A széles sávú kapcsolat, vagy közismertebb nevén az internet-hozzáférés napjainkban szinte már a táplálékfelvétellel egyenértékű igény és alapvető elvárás. Vitathatatlan tény, hogy az interneten keresztül hozzáférhető alkalmazások, portálok és különböző kényelmi, valamint üzleti funkciók miriádjai mára a mindennapi életünk részévé váltak. Éppen ezért a szolgáltatás földrajzi helytől függetlenül történő biztosítása is olyan felhasználói követelmény, amely részben – a földi hálózatok kiegészítő elemeként, vagy másodlagos átviteli út rendelkezésre állása céljából –, illetve a kialakítás alatt álló megakonstellációk révén már akár egészben is (pl. Starlink) műholdakkal elégíthető ki.

A műholdas internet-hozzáférés alapvetően a következőképpen működik: a felhasználó műholdkapcsolat létesítésére alkalmas környezetben, azaz a műhold jelét venni képes antennára csatlakozva – amely lehet helyi hálózatként funkcionáló felhasználói környezetben is, mint például repülőn vagy hajón, ahol a számítógép vagy az okostelefon a helyi WiFi-hálózatra kapcsolódik – kommunikál a műholddal. A műhold a felhasználói oldali jelet a földi átjátszóállomásra továbbítja, ahonnan a nyílt internetre csatlakoztatott szerver révén és a különböző protokollok segítségével érhető el a kívánt szolgáltatás, amely vissz irányban ugyanezen az átviteli útvonalon, csak éppen a Föld–műhold–felhasználói terminál irányú adatkommunikáció révén valósul meg.

A szolgáltatás megléte önmagában természetesen nem elegendő a felhasználói élmény szavatolásához; az adatátviteli sebesség – azaz, hogy „milyen gyors az internet” – megfelelő biztosítása ugyanúgy szükséges. A földi IP-hálózatok – különösen az optikai kapcsolatnak köszönhetően – által szavatolt több 100 Mb/s, vagy több 10 Gb/s nagyságrendű adatátviteli sebesség urbanizált környezetben kívül kizárólag műholdak nyújtotta szolgáltatás részeként érhető el. Ehhez a földfelszínhez képest alacsony pályán keringő, magas darabszámú műholdas hálózatra van szükség. A LEO műholdak esetében ugyanis kicsi a késleltetési idő<sup>21</sup> – pályamagasság függvényében néhány milliszekundum – és a viszonylagos fizikai közelségből adódóan kicsi teljesítmény is elegendő a kommunikációhoz. Ugyanakkor az alacsony pályamagasság miatt a műholdak által lefedett terület drasztikusan kisebb egy GEO műholdhoz képest (amely ugyan a Föld egészének majd 1/3-át képes lefedni, azonban a közel 36 000 km-es távolság miatt csaknem 120 ms a késleltetési idő, ami a mai korban az internetfelhasználás során már megengedhetetlenül hosszúnak számít), ráadásul a műholdak a földi szemlélőhöz képest nagy sebességgel mozognak (pályamagasság függvényében 90–120 perc alatt kerülnek

<sup>21</sup> A Föld–műhold-távolság viszonylatában a jel terjedéséhez szükséges idő.



meg a Földet), éppen ezért egy konstellációban, a kapcsolatot egymásnak átadni képes műholdseereget kell létrehozni, hogy a Földön potenciálisan bárki hozzáférhessen a széles sávú internethez. Ezen belül olyan piaci igények teljesülnek, mint a magas sáv szélességű, jó minőségű internet-hozzáférés bárhol a Földön alacsony késleltetési idővel és korlátlan adatforgalommal, megfizethető áron, a szolgáltatás felhasználó általi egyszerű beüzemelése révén, mindez könnyen skálázható és modernizálható infrastruktúrával. A számos ilyen vagy ehhez hasonló projekt elképzelés közül némelyik már a megvalósítás fázisában van olyannyira, hogy az előbbieken már említett, és talán leginkább közismert Starlink projekt műholdkonstellációja a közelmúltban megkezdte a szolgáltatást<sup>22</sup>. Emellett egy másik angolamerikai cég-óriás, a OneWeb rendszere; a kanadai műhold-kommunikációs cég, a Telesat rendszere; az Amazon Kuiper projektje, valamint a kínai – időközben egybeolvadt – „szivárványfelhő” és „hattyúlúd” projektek mindegyike a Starlinkhez hasonló megakonstellációk kiépítését tűzték ki célul, annak érdekében, hogy világszerte egyre gyorsabb és jobb minőségű széles sávú szolgáltatásokat biztosíthassanak a felhasználók részére.

A felhasználói igények folyamatos növekedésének eredményeképpen a technikai megvalósítás az úgynevezett ötödik generációs fázisába lépett. Az 5G mobilhálózat az informatika térnyerésével a szolgáltatások és az azokhoz kapcsolódó minőségi mutatók biztosítására szolgál, vele szemben már olyan követelményeket támasztanak, mint az igen kicsi késleltetés és magas megbízhatóság; igen nagy felhasználósűrűség kiszolgálása; dolgok hálózatba kapcsolása (IoT); magas felhasználói adatsebesség; nagy sebességű mozgás (mobilitás) esetén is változatlan minőség; emelt szintű multimédia-szolgáltatás; valamint konvergens alkalmazások differenciált kezelése<sup>23</sup>. Az innovatív műholdas technológiák – úgymint például az alacsony hibaarányú és nagy adatátviteli képességgel bíró műholdak (HTS<sup>24</sup>), a szabadtéri optikai kommunikáció (FSO<sup>25</sup>), fázisvezérelt antennák stb. – az egyre olcsóbb műholdalkatrészek és előállítási költségek, valamint a műholdas megakonstellációk révén az 5G hálózatot a műholdakra is kiterjesztik. A tömeges, gépek közötti kommunikációban, illetve az emelt szintű széles sávú, nagy megbízhatóságú, kis késleltetésű szolgáltatásokban elengedhetetlen szerep jut a műholdas rendszereknek, aminek köszönhetően a magas rendelkezésre állástól a fizikai környezettől való függés megszűnésén keresztül a nagy lefedettségig számos, a hálózattal szemben támasztott követelmény elégíthető ki.

<sup>22</sup> A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság szakállománya által 2022 decemberében végzett Starlink terminál mérések: átlag letöltési sebesség: ~ 220 Mb/s; átlag feltöltési sebesség: ~30 Mb/s.

<sup>23</sup> Bartolits István: Az 5G válasza a jövő kihívásaira. Dialóg Campus, Budapest, 2019, <https://www.bm-tt.hu/assets/letolt/t8konf/konferenciakotet.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 03. 09.)

<sup>24</sup> High Throughput Satellite – HTS.

<sup>25</sup> Free-Space Optical communication – FSO.



Az 5G hálózat az alapja a következő felhasználási területeknek és alkalmazásoknak:

- okosotthon/-épület;
- munka és játék a felhőben;
- kiterjesztett valóság;
- okosváros;
- beszéd;
- 3D-s videó, UHD-képernyők;
- ipari automatizálás;
- IoT-alkalmazások;
- önvezető autók.<sup>26</sup>

## Navigáció

A navigációs rendszer a Föld bármely pontján, a nap 24 órájában működő műholdas helymeghatározó rendszer. A köznyelvben elterjedt GPS<sup>27</sup> elnevezés annyiban megtévesztő, hogy a GPS az első teljes lefedettséget biztosító, amerikai fejlesztésű és üzemeltetésű navigációs konstelláció, azonban emellett több más helymeghatározó rendszer kialakítására is sor került, úgymint az orosz Glonass, a kínai Pej-tu, az európai Galileo, valamint a japán és indiai regionális helyzetmeghatározó rendszerek. A navigációs rendszerekben ismert helyzetű Föld körüli pályákon keringő műholdak sugároznak jeleket a Föld felszíne felé. A földi vevőkészülék ezeknek a jeleknek a mérési adataiból, illetve az általuk szállított információk feldolgozásából meghatározza a saját helyzetét. A rendszer tehát aktív műholdakkal és passzív földi vevőkészülékkel működik. Előnye, hogy független az időjárástól, napszaktól, légköri viszonyoktól, földfelszín feletti magasságtól, valamint a mozgási sebességtől. A navigációs rendszerek alapvetően három fő részből, az űrszegmensből (műholdak), az ún. kontrollszegmensből (irányító földi állomások) és a felhasználói szegmensből (vevőkészülékek) tevődnek össze. Működésük alapfeltétele az időmérés pontossága. Minden műholdon igen pontos cézium- és rubídium-atomórák találhatóak, melyek abszolút pontossága eléri a  $10^{-13}$ – $10^{-14}$  értéket. Ez azt jelenti, hogy egy ilyen pontosságú óra kb. 300 000–3 000 000 év alatt késik vagy siet egyetlen másodpercet. Elengedhetetlenül szükséges napjainkban az időszinkronizáció a különböző rendszerelemek között, ami

<sup>26</sup> IMT vision - framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. Recommendation ITU-R M.2083-0. September 2015. Figure 2, [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-!!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-!!!PDF-E.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 03. 09.)

<sup>27</sup> Global Positioning System - GPS, globális helymeghatározó rendszer.

lehetővé teszi számos „időérzékeny” művelet, mint például a különböző pénzügyi tranzakciók globális szintű alkalmazását.

A GPS felhasználásáról legtöbbünknek elsősre alighanem a különböző, okostelefonokon hozzáférhető alkalmazás jut az eszünkbe, ennél azonban lényegesen szélesebb spektrumú a navigációs rendszerek nyújtotta szolgáltatás-portfólió:

- geodéziai felmérések, térképészet, földön, vízen, levegőben;
- geofizikai és erőforrás-kutatás, GIS (Földrajzi Információs Rendszerek);
- navigáció, útvonaltervezés;
- önvezető járművek;
- repülőjáratok nyomon követése;
- mezőgazdasági navigáció (pl. precíziós földművelés);
- tengeri navigáció (pl. halászati vagy egyéb, veszélyesen hajózható helyek beazonosítása és elkerülése);
- szállítmánykövetés, flottairányítás;
- keresés és mentési műveletek;
- úrhajózás;
- katonai alkalmazások;
- polgári/szabadidős felhasználások, turizmus, „geocaching”;
- speciális alkalmazások, pontos idő, frekvenciaetalon.

## Katasztrófavédelem

Katasztrófavédelmi feladatokban kritikus szerepet tölthetnek be a műholdak által biztosítható szolgáltatások. A szatellitok részéről biztosítható és a korábbiakban már említett, rendkívül sokrétű potenciális szolgáltatás-portfólió, a földi környezettől való függetlenség és az állandó rendelkezésre állás mind olyan egyedi tulajdonságok, amelyeknek köszönhetően a műholdas képességek környezeti katasztrófa esetén történő alkalmazásának jogosultsága nem szorul különösebb magyarázatra. A humanitárius segítségnyújtás és a katasztrófavédelmi feladatok mellett releváns műholdas képességre lehet szükség az üzletfolytonosság biztosításához, a közbiztonság fenntartásához és természetesen a kereskedelmi szolgáltatások rendelkezésre állásához. Természeti katasztrófát követően, vagy akár azt megelőzően kitüntetett szerep hárul az olyan műholdas adatokra, amelyek az érintett terület vonatkozásában keletkeznek, például tektonikai lemezek mozgásának, időjárás jelenségeknek, árvíz sújtotta területeknek vagy vulkáni aktivitásnak a nyomon követése során.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Forrás: <https://sia.org/wp-content/uploads/2021/05/Mktg21-Hurricane-Document-w-Updates-May-6th-FINAL-Standard-Pdf.pdf>.



## Műholdas műsorszórás

A műholdak által közvetített sportesemények, helyszíni tudósítások, tévé- és rádióműsorok az 1964-es tokiói olimpia óta nemcsak mennyiségileg, hanem képfelbontás és hangminőség tekintetében egyaránt folyamatosan bővülő szolgáltatás részei<sup>29</sup>. A műholdas műsorszórást lehetővé tévő GEO műholdak népszerűségét jól mutatja, hogy ezen a speciális műholdpályán – amely az Egyenlítő síkjában, a Földtől egy adott távolságra helyezkedik el – már a műholdak tömeges megjelenése előtt „elkeltek a jegyek,” azaz nemzetközi szabályozás révén a pályapozíciókat kiosztották különböző országok részére (a nemzetek által benyújtott igények alapján), és napjainkra e pálya szinte teljesen telítetté vált. A geostacionárius műholdas pályapozíció kulcsszerepet játszik a műsorszórás mint szolgáltatás biztosításában, ez teszi lehetővé ugyanis az adott műhold tévé- és rádiócsatornáinak vételét a műholdas vevőkészülék szolgáltató általi egyszerű telepítését követően.<sup>30</sup>

## Biztonsági és védelmi célú űrszolgáltatások

A biztonsági és védelmi célú űrképességek beazonosítása teljesen másfajta szemléletmóddal történik, noha technológiai szempontból számos itt felsorolt képesség megegyezik a polgári alkalmazások között már ismertetett szolgáltatással. Az a tény azonban, hogy a NATO 2019 óta külön hadszíntérként kezeli a világűr, magába foglalja egy olyan korszak kezdetét, amelyben nem hagyható figyelmen kívül a világűrre vonatkoztatott katonai alkalmazás. A hadseregek támaszkodása az űrtechnológiára már az űrkutatás hajnala óta meglévő jelenség, a korunk robbanásszerű (űr)technológiai fejlődéséhez való alkalmazkodás érdekében ráadásul elengedhetetlen, hogy egy adott nemzet vagy nemzetközösség kiemelt biztonságpolitikai stratégiai célként kezelje a műholdak minél szélesebb szolgáltatásportfólióval történő alkalmazását.

A 21. századi katonai műveletek elképzelhetetlenek a világűrbe telepített képességek megléte nélkül. A műholdak nyújtotta adatoktól és szolgáltatásoktól való függőség ráadásul napjainkban nagymértékben növekszik. Az űr műveletek képességeiben rejlő potenciál kiaknázása, korlátainak ismerete,

<sup>29</sup> Az első geostacionárius pályán működő kereskedelmi műhold, az „Early Bird” a maga 240 telefon- és egy tv-csatornájával volt az első műsorszórást lehetővé tévő műhold, amely ráadásul az Apollo-11 holdra szállása élő közvetítésének is egyik „szereplője” volt.

<sup>30</sup> Legelterjedtebb a parabolaantenna + az ún. „belső egység”, amely az antenna által vett rádiófrekvenciás jelet modulálja képpé.

valamint az azokat veszélyeztető fenyegetettségek beazonosítása a földi rendszerektől nagymértékben eltérő szakmai ismereteket igényel.

Napjaink katonai műveleteinek stratégiai megtervezése, vezetése és végrehajtása során egyre inkább nélkülözhetetlenné válik az űrműveletek szakmai háttértámogatása. Fontosak továbbá az űrképességek meglétének legjelentősebb feltételei is, melyek a következők: a cselekvési szabadság fenntartása, a műveletek hatékony végrehajtásának támogatása, valamint a műveleti tér formálása.<sup>31</sup> E szakmai feladatrendszer a legalapvetőbb alkotóelemeinek (az űrspecifikus jellemzők, korlátozások, fenyegetettségek és sérülékenységek) ismeretét igényli.

A biztonsági és védelmi célú műveleteket támogató űrszolgáltatások beazonosításával megérthető a világűrbe telepített képességek nyújtotta előnyök széles spektruma. Műholdas kommunikáció megléte esetén lehetőség nyílik a hang- és adatkommunikáció földrajzi helytől és kiépített infrastruktúrától független, globális és azonnali biztosítására. Mindegyik műveleti terület vonatkozásában a helymeghatározás, navigáció és időzítés – mint biztonsági és védelmi célú űrszolgáltatás – elengedhetetlenek a katonai műveletek vezetési és irányítási rendszereinek üzemeltetéséhez. A világűrbe telepített felderítés képessége magába foglalja a korunkban legszélesebb körben alkalmazható, valós (vagy közel valós) idejű információszerzést a saját és ellenséges erők esetében egyaránt. A korai előrejelzés a ballisztikus rakéták elleni védelem területén tölt be fontos szerepet, nagyban segítve és meggyorsítva a döntéshozatali folyamatokat. Az *űrműveleti helyzetkép kialakítása*, a meteorológia és űridőjárás ismerete, valamint az *űrkörnyezet védelme és megőrzése* együttesen biztosítják az űrképességek nyújtotta szolgáltatások rendelkezésre állását, illetve az azok biztonságát veszélyeztető fenyegetettségek beazonosítását.<sup>32</sup>

## Műholdas távközlés

A műholdas távközlés (továbbiakban: SATCOM), mint űrképesség *a modern kori hadviselés alappillére*. A SATCOM (hang- és adattovábbítási) képesség kritikus fontosságú, mivel lehetőséget nyújt a nagy távolságú összeköttetések létesítésére, megfelelő műszerezettség mellett nagy adatátviteli sebességre, továbbá az infrastruktúrával nem rendelkező területeken kommunikációs csatornák biztosítására. E tulajdonságok teszik lehetővé a katonai műveletek

<sup>31</sup> Joint Publication 3-14 Space Operations. 10 April 2018. Incorporating, Change 1, 26 October 2020, Joint Chiefs of Staff, Washington, D.C., 2020.

<sup>32</sup> NATO Space Handbook – Introduction to Space Support in NATO Operations, a NATO Strategic Commands Space Working Group és az NCI Agency közös kiadványa, 2021. november.



során végrehajtott nagy távolságú (harc)feladatok irányíthatóságát és nyomon követését. Zavartalan működési feltételek mellett a SATCOM a hadműveletek előkészítése és végrehajtása során biztosítja a műveletvezetési rendszerek kommunikációját. Egyes elemei jellemzően földi kommunikációs hálózat részét képezik, azonban szükség esetén függetleníthető a földi telepítésű távközlési hálózattól.

Legfőbb alkalmazási területei:

- katonai műveletek vezetési rendszereinek kommunikációja;
- pilóta nélküli repülőeszközökkel végrehajtott műveletek;
- nagy távolságú kommunikáció.

SATCOM-szolgáltatástípusok:

- mobilkommunikáció;
- harcászati rádiókommunikáció;
- rejtjelezett nagy kapacitású kommunikáció;
- adattovábbítás (kép, videó, szenzor- és radaradatok);
- internet és egyéb zárt célú hálózatok kiterjesztése, hozzáférés biztosítása műholdon keresztül.

## Helymeghatározás/Navigáció/Időzítés – PNT<sup>33</sup>

A PNT-szolgáltatást egy meghatározott rend szerint kialakított műholdhálózat (konstelláció), a műholdas navigációs rendszerek által sugárzott rádiójelek segítségével biztosítják a vevőkészülékek részére, a pontos helymeghatározás érdekében. Az egész bolygóra kiterjedő PNT-szolgáltatást nyújtó műholdas navigációs rendszereket összefoglaló néven Globális Navigációs Műholdas Rendszereknek<sup>34</sup> (a továbbiakban: GNSS) hívják.

A PNT-jelek segítségével további, értéknövelt szolgáltatásokat lehet biztosítani (sebesség, térképi elhelyezkedés, megtett és tervezett útvonal).

A PNT-szolgáltatást a felhasználó (katona) tipikusan akkor használja, amikor közvetlenül navigációs célra alkalmazza (önálló kézi GPS-készülékek). Ma már azonban a legtöbb esetben a pozíciómeghatározási szolgáltatások is, az időadatszolgáltatások pedig minden esetben beágyazott rendszerként, a katona előtt rejtve üzemelnek, csak az eredményük látható:

- rejtjelezett, digitális távközlés (időszinkronizáció);
- saját erő helyzetének ismerete (pozíciómeghatározás és időhitelesítés);
- felderítés, célmeghatározás (pozíciómeghatározás, relatív helyzet ismerete).

<sup>33</sup> Positioning, Navigation and Timing – PNT.

<sup>34</sup> Global Navigation Satellite System – GNSS.

A PNT további alkalmazási területei:

- pontos műveleti helyzetkép ismerete;
- pontos terepi tájékozódás, rugalmas és dinamikus manőverezési képesség;
- saját és ellenséges erők azonosítása légi műveletekben;
- saját erő követése, azonosítása a szárazföldi harcban;
- hálózati idősinkronizáció (kommunikációs eszközök, SATCOM);
- logisztikai támogatás;
- navigációs hadviselés (NAVWAR<sup>35</sup>: célja a PNT alkalmazásának szavatolása a saját erők számára, miközben akadályozza a felhasználását a szemben álló fél számára);
- precíziós lőszer alkalmazása, precíziós légi és tüzérségi tűztámogatás;
- haderőnemek közötti együttműködés, egységes műveleti információs tér kialakítása;
- műveletek információs műveleti hatása;
- gyors és hatékony harci kutatás-mentés, illetve erők bejuttatása és kiemelése;
- automatizált önvédelmi rendszerek működtetése (repülőeszközökön);
- pilóta nélküli repülőeszközök és szárazföldi harceszközök alkalmazása;
- kriptográfiai eszközök idősinkronizáció elvén működő rejtjelkulcsainak generálása.<sup>36</sup>

## Felderítés

A felderítés (továbbiakban: ISR<sup>37</sup>), mint úrképesség egy adott területről, valamint az ellenséges csapatokról és eszközeikről, forrásaikról nyújt információt. Továbbá, ha a Föld-megfigyelés során egy adott helyszínről több alkalommal készül felvétel, ezek összehasonlításával katonai szempontból felderítési információk szerzésére nyílik lehetőség. A szolgáltatás alkalmazását befolyásoló tényezők ismeretével a megfelelő információtartalommal rendelkező felderítési adatok (képi, videó-, radarkép-, rádióelektronikai felderítési<sup>38</sup> adatok) gyűjthetők.

Az ISR-úrképességek alkalmazási területei:

- művelettervezés, stratégiai szintű értékelés;
- hírszerzés;
- célpont-megfigyelés, célpontkövetés, célpontbemérés;

<sup>35</sup> Navigation warfare – NAVWAR.

<sup>36</sup> NATO Navigation Warfare Playbook. (A letöltés ideje: 2023. 03. 08.)

<sup>37</sup> Intelligence, Surveillance, Reconnaissance – ISR.

<sup>38</sup> Signal Intelligence – SIGINT.



- műveleti környezet megfigyelése;
- harcparancs készítése;
- kárfelmérés, harctéri kárbecslés.

## Korai előrejelzés

A NATO tagállamai közül egyedül az Egyesült Államok rendelkezik ballisztikus rakétaindítást detektáló, ún. korai előrejelzési képességgel, melynek adatait megosztja a többi NATO-tagállammal, lehetővé téve ezzel számukra, hogy felkészüljenek egy esetleges rakétatámadásra. Ez az adatmegosztás a SEW<sup>39</sup>. Ennek a képességnek a megléte elsődlegesen a saját erők védelmét szolgálja. Az ebben a rendszerben detektált adatok megfelelő helyre történő továbbítása, jelentése a magasabb (hadtest) szintű űrműveleti beosztásúak felelőssége. Bár a legtöbb nemzet nem rendelkezik a rakétaindítások észlelésének képességével, az általános feladatokra alkalmazott ISR-műholdak adatai alapján következtetni lehet az indításokra.

## Űrműveleti helyzetkép

Az űrműveleti helyzetkép kialakítása mint űrképesség alatt az űreszközök és az azokhoz tartozó adatok bizalmosságának, sértetlenségének, valamint az adatok magas rendelkezésre állás melletti hozzáférhetőségének biztosítását értjük. Ennek elérése érdekében elengedhetetlen az űrműveleteket biztosító űreszközök és azok pályáinak (SATRAN<sup>40</sup> és OVERFLIGHT<sup>41</sup> jelentések készítése, illetve azok értelmezése), a műveleti környezetnek, a földi kiszolgáló állomásoknak és ezek összeköttetéseiének ismerete. Fontos továbbá az űr, valamint a Föld közeli körzetének megfigyelése, ami történhet mind földi telepítésű, mind űrbe telepített érzékelőkkel (pl. radar, teleszkóp, lézer és a rádióelektronikai felderítés). E képesség kialakításával nyílik leginkább lehetőség a műholdakat és a szolgáltatásaikat ért (kinetikus vagy nem-kinetikus) hatások beazonosítására, azok elkerülésére vagy enyhítésére.

Az űrműveleti helyzetkép alkalmazási területei:

- űreszközök helyzetének pályaadatok alapján történő ismerete, előrejelzése;

<sup>39</sup> Shared Early Warning – SEW.

<sup>40</sup> Satellite Reconnaissance Advance Notification – SATRAN. Annak előrejelzése, hogy az ellenség műholdas felderítés mikor látja a saját erők érdekeltségi területeit.

<sup>41</sup> OVERFLIGHT: saját műholdak áthaladására vonatkozó pályaadatok.



- űreszközök védelme;
- úrfelderítés;
- ütközés-előrejelzés.

## Meteorológia és úridőjárás (METOC)

A műveletek tervezése során az időjárás változásának megfigyelésében fontos szerepet töltenek be az alacsony Föld körüli napszinkron- (továbbiakban: SSO<sup>42</sup>), valamint geostacionárius pályára állított műholdak adatai. Ezek az adatok lehetővé teszik a műholdakra, illetve a katonai művelet helyszínére vonatkozó, korlátozó vagy kedvező időjárási hatások elemzését, az időjárás okozta váratlan hatások kiküszöbölését.

A műholdak hatékony működéséhez továbbá olyan, a földi környezettől eltérő hatások megértése is szükséges, amelyek kizárólag űrbe telepített eszközök vonatkozásában léphetnek fel (pl. úridőjárás és az általa kiváltott hatások).

Az időjárás-figyelő műholdak alkalmazási területei:

- művelettervezés;
- időjárás-előrejelzés;
- az időjárás függvényében alkalmazott fegyverzet kiválasztása;
- úridőjárás-előrejelzés;
- humanitárius segítségnyújtás.

## Az űrkörnyezet védelme és megőrzése

Ha a fenyegetést előre be lehet azonosítani, akkor a műhold képes lehet manőverezni a fenyegetés elkerülése érdekében. A műholdas manőverek azonban befolyásolhatják a küldetés időtartamát. Ha a fenyegetés a műhold érzékelőit célozza, akkor előfordulhat, hogy a műholdat védeni kell az érzékelők árnyékolásával vagy a magasság szabályozásával. Rejtjelezés, azaz a jelek titkosítása megnehezíti az elektronikai támogató tevékenység során az információ visszafejtését. Álcázás, elrejtés és megtévesztés révén néhány földi elem, például a taktikai csomópontok és parancsnokságok, valamint egyéb alapvető adminisztratív létesítmények rejtve maradhatnak az ellenség észlelő- vagy megfigyelőrendszerei előtt.

<sup>42</sup> Sun-synchronous orbit – SSO. Olyan speciális műholdpálya, amelynél úgy választják meg az inklinációt (a pálya „dőlésszögét” a földi Egyenlítőhöz képest) és a pályamagasságot, hogy a műhold egy adott hely fölött mindig azonos helyi idő szerint haladjon el.



A földi eszközök fizikai védelmének megerősítése növelheti a kinetikus és elektronikai támadásokkal szembeni ellenálló képességet, csökkentheti a lézerek vagy a nukleáris sugárzás behatásait. Ezeken felül zavarvédeltséget biztosító technikákat is alkalmazhatunk a Föld-világűr és világűr-Föld irányú adatkapcsolatok védelmére. Az indítási tömegük korlátain belül lehetőség van az űralapú eszközök fizikai megerősítésére is.

## Befejezés

Az a tény, hogy alig 70 év alatt az emberiség – a technológiai fejlődés részeként – eljutott oda, hogy napjainkig már több tízezer műholdat juttatott a világűrbe, felveti azt a kérdést, hogy ennek az ugrásszerű fejlődésnek – amely alapvetően felhasználói igényeket elégít ki – vajon hol a vége? A Föld körüli műholdpályák és a műholdak üzemeltetéséhez szükséges frekvenciasávok ugyanis korlátos erőforrások. Az utóbbi évek, évtizedek űripárt érintő robbanásszerű fejlődésének részeként a fenti kihívásoknak is alighanem meg fog felelni a tudomány, azonban a felhasználói élményeket célzó és gazdasági érdekeket szem előtt tartó fejlesztések előbb-utóbb vélhetően elérik a végső tűrészatárt.

# Úrrendszerek kiberbiztonsága és az úrrendszerekkel kapcsolatos nem kinetikus hatások jelentősége

*Horváth Attila<sup>1</sup> – Kövesi Csaba<sup>2</sup>*

Az úrrendszerek létfontosságú infrastruktúrák a társadalom részére.<sup>3</sup> Folyamatos rendelkezésre állásuk szükséges annak a társadalmi berendezkedésnek, életformának, gazdasági növekedésnek a fenntartásához, amit a modern világunkban ma már természetesnek tartunk – pedig ez valójában nem természetes, hanem egy korábban soha nem látott tudományos-technológiai aktivitás eredménye.

Éppen ezért az úrrendszerek célpontok is. A magas intenzitású katonai konfliktusokon túl a hibrid konfliktusok célpontjaiként is megjelenhetnek, valamint megtámadásuk általánosan alkalmas arra, hogy a társadalomban bizonytalanságot keltsen. Az úrrendszerekkel kapcsolatos társadalmi szintű ismerethiány miatt egy ilyen támadás alapját képezheti egy ráépülő hibrid és információs műveleti kampánynak, ami tovább gyengíti a szociális ellenálló képességet. Ez beleillik abba az általános társadalom- és tudományellenes folyamatba, amelyet az elmúlt években az úgynevezett „nyugati” társadalommal kapcsolatban láthatunk.<sup>4</sup>

Az úrrendszerek elleni tényleges támadótevékenységnek számos formája létezik. Ez a fejezet rész először a kibertérben végrehajtható támadásokat taglalja. A kinetikus támadásokkal szemben e támadástípus előnyei közé tartozik a letagadhatóság és a visszafordítható (nem végleges) következmények előidézésének lehetősége. Ezek kiemelten fontosak a hibrid konfliktusokban, a háborús küszöb alatti műveletekben, ugyanis hatásaikkal a műveleti célt elérik, viszont a megtámadott részére dilemmaként jelentkezik a megtorlás, ellentámadás vagy adott esetben a megelőző csapás mérésének kérdése, a nem kinetikus műveletektől a kinetikus csapásméréshez vezető eszközlációs lépcsőn való feljebb lépés. Szintén fontos megemlíteni az üzemeltetői elvárható gondossággal kapcsolatos kérdést, vagyis azt, hogy ha egy megtámadott

<sup>1</sup> *Horváth Attila* alezredes, MH Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokság. E-mail: horvath.attila@mil.hu.

<sup>2</sup> *Kövesi Csaba* százados, MH Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokság. E-mail: kovesi.csaba@mil.hu.

<sup>3</sup> Frank J. Cilluffo – Mark Montgomery: Time to designate space systems as critical infrastructure, <https://spacenews.com/time-to-designate-space-systems-as-critical-infrastructure/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 17.)

<sup>4</sup> Leah Thayer: Truth, Lies, and the Consequences of Science Denial, <https://www.psychological-science.org/observer/truth-lies-consequences-science-denial> (A letöltés ideje: 2023. 07. 17.)



rendszerben az ismert sebezhetőségeken keresztül sikerül a támadónak kárt okoznia, akkor vajon az „áldozat hibáztatható-e” azért, mert védekezési intézkedései elégtelenek voltak. A kibertámadásokkal kapcsolatban kevés információ lelhető fel, azonban a fejezet mégis tartalmaz esettanulmányt és technikai elemzést annak érdekében, hogy a társadalmi, kormányzati, katonai szempontból létfontosságú rendszereinket megóvjuk a jövőben fenyegető hasonló támadásoktól.

A fejezet második részében az úrrendszerek társadalmi jelentőségéből adódó sebezhetőséget mutatjuk be. Ekkor az úrrendszer elleni sikeres technikai támadás még önmagában nem valósítja meg a műveleti célt – a lényeg az, hogy ehhez kapcsolódva a társadalmi befolyásolás más információs műveleti eszközeivel további műveletek végrehajtására kerüljön sor. A tényleges műveleti cél ennek a társadalmi hatásnak a kiváltása.

## Az úrrendszerek elleni kibertámadások végrehajtása, a támadható pontok

Az úrrendszerek alapjai informatikai rendszerek, hálózatok. Mind a műholdak, mind a földi állomások, mind sok esetben a nyújtott szolgáltatások is az információtechnológia és az infokommunikáció technológiai vívmányait használják ki az egyszerűbb gyártáshoz, a hatékony üzemeltetéshez. Emiatt a kibertámadások is ahhoz hasonlóan hajthatók végre ellenük, mint más infokommunikációs rendszerek ellen. Előrebocsátandó, hogy a felügyeleti és menedzsmentrendszerek kialakításának minden aspektusa nagyon terjedelmes, ennek kifejtésére ebben a cikkben nincs lehetőség.

A hálózati felügyeleti és menedzsmentrendszerek az információs hálózatok létfontosságú részei. Egyetlen információs rendszer sem építhető meg nélkülük, továbbá tervezésük legalább akkora gondosságot és körültekintést igényel, mint magáé az információs hálózaté.<sup>5</sup> Ez a korszerű, szoftvervezérelt, és napjainkban egyre inkább szoftveralapú úrrendszerekre, illetve magukra az úreszközökre is igaz.

A felügyeleti és menedzsmentrendszerek feladata az információs hálózat állapotának folyamatos monitorozása, valamint a fellépő rendelleneségek behatárolására és elhárítására való képesség birtoklása. Ebből adódóan egyetlen felügyeleti és menedzsmentrendszer sem működhet szakképzett, az információs hálózat felépítését és működését részleteiben ismerő szakál-

<sup>5</sup> Muha Lajos – Krasznay Csaba: Az elektronikus információs rendszerek biztonságának menedzselése, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Vezető- és Továbbképző Központ, 2018.

lomány nélkül. Időbeni beavatkozóképességük az információs hálózat prioritásától, a vele szemben támasztott rendelkezésre állási időtől függ.

Egy információs hálózat építése során már a tervezési fázisban szükséges a hozzá kapcsolódó felügyeleti és menedzsmentrendszer megtervezése, melynek függetlennek kell lenni a kiszolgált információs hálózattól. A felügyeleti és menedzsmentrendszert tehát az információs hálózattal párhuzamosan, a hálózatok elvi rétegstruktúráját bemutató OSI modell<sup>6</sup> szerinti rétegenként szükséges megtervezni oly módon, hogy az általa kiszolgált információs hálózattól függetlenül működjön. Ennek hiányában az információs rendszer szenvedhet el olyan hibát, amely hatást tud gyakorolni a felügyeleti és menedzsmentrendszerre és esetlegesen meggátolja a fennálló hiba észlelésének, behatárolásának és/vagy elhárításának lehetőségét.

A felügyeleti és menedzsmentrendszerek, illetve az azokhoz hozzáférő szakállomány magas privilégiumokkal rendelkeznek, melyek szükségesek a korábbiakban kifejtett feladatok ellátásához. Azonban a felügyeleti és menedzsmentrendszerekhez történő illetéktelen hozzáférés és egyúttal ezeknek a privilégiumoknak az elbirtoklása beláthatatlan következményekkel járhat. Éppen ezért a technikai védelmeken túl mindig gondos figyelmet kell fordítani a humán védelemre, a hálózatfelügyeleti állomány feddhetetlenségének és gondosságának biztosítására, az „őrzők őrzésé”-re.

Minden egyes hozzáférési pont, minden egyes külső vagy belső kapcsolat – legyen az két pont között az interneten keresztül kifeszített virtuális magánhálózatban futó terminálvonal vagy csak az információs rendszer egyik hálózati kapcsolójának használaton kívüli portja –, ami nincs megfelelő védelemmel ellátva, potenciális támadási felületet jelent, és csak idő vagy szerencse kérdése, hogy a támadó megtalálja és kihasználja azt.

Lehet és kell is követni az ismert és jól bevált védelmi mechanizmusokat, melyek a támadások túlnyomó részét kiküszöbölik ugyan, de a legnagyobb óvatosság mellett is adódhatnak támadási felületek például figyelmen kívül hagyásból, fegyelmetlenség vagy akár addig nem ismert sérülékenységek következtében. A fegyelmetlen üzemeltetés pedig akár az ismert, de ki nem javított sérülékenységek kihasználásával történő támadást is lehetséges teszi. Figyelemmel kell lenni azonban az úrrendszerek, különösen az úreszközök működési sajátosságaira, és az általános elveket, előírásokat a szakterület specifikumai szerint kell alkalmazni.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> ITU-T Recommendation X.200 Information Technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model, [https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-X.200-199407-1%21%21PDF-E&type=items](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-X.200-199407-1%21%21PDF-E&type=items) (A letöltés ideje: 2024. 02. 16.)

<sup>7</sup> Brandon Bailey: Cybersecurity Protections for Spacecraft: A Threat Based Approach AEROSPACE REPORT NO. TOR-2021-01333-REV A, <https://aerospace.org/sites/default/files/2022-07/DistroA-TOR-2021-01333-Cybersecurity%20Protections%20for%20Spacecraft--A%20Threat%20Based%20Approach.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 08. 02.)



A gyakorlati rendszerépítés és -üzemeltetés során esetenként a funkcionalitás és a biztonság egymás ellenlábasai. Minél biztonságosabb egy információs rendszer, annál kevesebb funkcionalitást hordoz magában. A kettő közti egyensúly megtalálása pedig – ami a feladat nehézségét adja – elsősorban az információs rendszer prioritásától függ. A jelen tanulmány szerzőinek több évtizedes összegzett szakmai tapasztalatában számos alkalommal fordult elő, hogy e dilemma feloldására súlyos döntést kellett hozniuk.

Sok esetben láthattunk példát arra is, hogy az információs rendszer védelmét ellátó biztonsági rendszereket a bekerülési költségük miatt hiányosan szerzik be, vagy pedig olyan szolgáltatásokat alkalmaznak kritikus jelentőségű feladatokban, amelyek árelőnyét az alacsonyabb biztonság adja.

Sajnos a szakmai „történelemben” gyökerező látásmód az úrrendszerekkel kapcsolatban az, hogy a különleges, egyedi tervezésű és minimális mértékben publikált műszaki megoldások az ismeretlenségük révén valamifajta biztonságot eredményeznek („security through obscurity”).<sup>8</sup> Napjainkra ez a hozzáállás több okból is tarthatatlanná vált. Az egyedi tervezésű rendszerek helyett az információtechnológiai ipar más területein elterjedt műszaki megoldásokat alkalmaznak az úrrendszerekben, így az ismeretlenség alapja elveszett. Az információk kikerülnek legalább a szakmai nyilvánosságba, az ellátási láncok, részegységek megismerhetőek (a szerzők maguk is láttak már szakmai közösségi oldalakon ismert úripari cégvezetők által közzétett felhívásokat, amelyekben egy konkrét hardverelem beszerezhetőségéről érdeklődnek nyilvánosan – ebből a potenciális támadó egyből tudomást szerez arról, hogy milyen célpont támadására kell felkészülnie). A szoftvervezérelt rendszerek programkódjai sok esetben nyilvános repozitóriumokban megtalálhatók, a leírásokra rá lehet keresni. Végezetül pedig a támadáshoz szükséges technikai rendszerek is sokkal könnyebben és olcsóbban hozzáférhetőek, így a támadás végrehajtását korlátozó erőforrásküszöb jelentősen alacsonyabbá vált.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Forrás: <https://thecyberpatch.com/security-through-obscurity-the-good-the-bad-the-ugly/> (A letöltés ideje: 2024. 02. 16.)

<sup>9</sup> Johannes Willbold: Houston, We Have a Problem – Analyzing the Security of Low Earth Orbit Satellites, <https://i.blackhat.com/BH-US-23/Presentations/US-23-Willbold-HoustonWeHaveaProblem.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 08. 02.)

## Esettanulmány a menedzsmentrendszer hibáit kihasználó kibertámadásról

Az Ukrajna ellen 2022 februárjában végrehajtott orosz támadás egyik elhíresült epizódja volt a Viasat KA-SAT műholdján keresztül bizonyos ügyfeleket kiszolgáló szolgáltatási rendszer elleni kibertámadás. A támadás célpontja az a hálózati/szolgáltatási szegmens volt, amely ukrajnai ügyfelek részére is szolgáltatásokat nyújtott. A támadás tehát nem általában a Viasat ellen irányult, és nem is általában a KA-SAT műhold ellen. A megtámadott szolgáltatási rendszert korábban a Viasat és az Eutelsat közös vállalata üzemeltette, majd a Viasat kivásárolta ezt a vállalkozást és beforgatta a saját márkanéve alá a szolgáltatást. Az üzemeltetést azonban egy külső megbízott vállalkozás végezte. A célzott támadás több olyan ügyfélcsoportra is hatással volt, amelyek a külső megbízott vállalkozás által üzemeltetett szegmens szolgáltatásait igénybe vették, azonban egyáltalán nem érintette a Viasat más ügyfeleit, akár a KA-SAT-on, akár más műholdon keresztül forgalmaztak.<sup>10</sup>

A támadás különösen érzékenyen érintette az ukrán kormányzatot és haderőt, annak ellenére, hogy a megtámadott szolgáltatás eredetileg kereskedelmi internetszolgáltatásként jelent meg a piacon; mint ilyen, kedvező áron és gyorsan elérhető volt, azonban, amint kiderült, a biztonságossága nem érte el az elvárható szintet. Az ugyanazon vállalkozás (Viasat) által ugyanazon a műholdon (KA-SAT), de más üzemeltetési rendszeren keresztül nyújtott szolgáltatások ellen egy hasonló támadás nem működött volna.<sup>11</sup> Ki kell emelni, hogy ez a kockázatos szolgáltatási konstrukció a kritikus infrastruktúrákkal kapcsolatban is felszínre került a támadás során: Németországban 5800 szélerőmű-turbina vesztette el a távfelügyeleti rendszerrel való kapcsolatát, mert az ENERCON GmbH is ezt a szolgáltatást használta.<sup>12</sup>

A támadás első hulláma egy „denial of service attack”, vagyis a hálózati szolgáltatások elérhetetlenné tételét eredményező támadás volt, amely több ukrajnai telepítésű műholdas felhasználói terminálból indult. Amíg a hálózatfelügyeleti szakemberek a támadás forrásaként funkcionáló modemek kitiltásával foglalkoztak (ezt megnehezítette, hogy újabb és újabb modemekből indult támadó forgalom), felfigyeltek arra is (ami a támadás második, fő hulláma volt), hogy a korábban a hálózatban aktívan forgalmazó modemek

<sup>10</sup> KA-SAT Network cyber attack overview, <https://news.viasat.com/blog/corporate/ka-sat-network-cyber-attack-overview> (A letöltés ideje: 2023. 08. 01.)

<sup>11</sup> Shaun Waterman: Hackers Attacked Satellite Terminals Through Management Network, Viasat Officials Say, <https://www.airandspaceforces.com/hackers-attacked-satellite-terminals-through-management-network-viasat-officials-say/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 01.)

<sup>12</sup> Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet: Az Ukrajnát célzó „Viasat-hack” hatása Európában, [https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2022/10/Az-Ukrajnát-celzo\\_Viasat-hack-hatasa-Europaban\\_CTI\\_jelentes.pdf](https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2022/10/Az-Ukrajnát-celzo_Viasat-hack-hatasa-Europaban_CTI_jelentes.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 07. 30.)



száma csökken, és a kieső modemek nem kísérelnek meg újra csatlakozni a hálózathoz. Ezek a modemek már nem kötődtek földrajzilag Ukrajnához, ugyanis a támadás az egész európai KA-SAT Tooway rendszerre kiterjedt.<sup>13</sup>

A Viasat által a támadást követően közzétett összefoglaló tájékoztató szerint a támadó jogosulatlan távoli hozzáférést szerzett a KA-SAT műholdat használó szolgáltatói hálózatok központi menedzsmentjének virtuális hálózathoz. A jogosulatlan hozzáférésre egy elhibázott konfigurációs beállítás adott lehetőséget, ami jelentheti akár egy ismert sebezhetőség kijavításának elmulasztását is.<sup>14</sup> A támadó ekkor abban a különleges helyzetben volt (ezt a Viasat közleménye nem hangsúlyozza ki, de nem is tagadja), hogy átfogó hozzáféréssel rendelkezett a *teljes* menedzsmenthálózathoz. A célzott támadás végrehajtása érdekében azonban ekkor a megszerzett jogosultságokat kihasználva konkrétan a Tooway rendszer menedzsmentszögébe lépett be.

Itt hajtotta végre a konkrét károkozó támadást, a Viasat közleménye szerint a menedzsmentrendszerben egyébként végrehajtható parancsok kiadásával, azok tudatosan rossz célra való használatával. A kiadott parancsok törölték és felülírták a modemek saját memóriájában azokat a fájlokat, amelyek a rendszerben való működéshez szükségesek. Majd a modemek újraindultak, és ezt követően nem tudtak csatlakozni a hálózathoz (hiszen nem rendelkeztek a szükséges paraméterfájlokkal), azonban ezek a fájlok pótolhatók, így a károkozás nem végleges, az eszközök helyreállíthatók. A megtámadott és sikeresen kiiktatott modemek nagy száma azonban azt eredményezte, hogy összességében több tízezer modemet kellett helyszíni munkával vagy cserével helyreállítani, ami bizonyos ügyfeleknél jelentős ideig tartó üzemkiesést okozott.

A Viasat támadásról kiadott közleménye azonban nem adott választ minden kérdésre. Erre egyrészt maga a közlemény is felhívta a figyelmet, hivatkozva a folyamatban lévő szakmai és büntetőjogi vizsgálatokra, de a SentinelLabs kutatóhálózat ezt elégtelennek ítélte és további független vizsgálatokba fogott.<sup>15</sup>

A SentinelLabs, helyzetéből adódóan – mint külső és független szerveződés – a kritikus infrastruktúrákban és kereskedelmi szolgáltatásokban okozott kiesések irányából szerzett tudomást a támadásról, más szakmabeli

<sup>13</sup> Viasat KA-SAT attack (2022), [https://cyberlaw.ccdcoe.org/wiki/Viasat\\_KA-SAT\\_attack\\_\(2022\)](https://cyberlaw.ccdcoe.org/wiki/Viasat_KA-SAT_attack_(2022)) (A letöltés ideje: 2023. 07. 30.)

<sup>14</sup> A támadást leíró részben szereplő idézetek a Viasat által közzétett beszámolóból származnak.

<sup>15</sup> Juan Andrés Guerrero-Saade: AcidRain – A Modem Wiper Rains Down on Europe. <https://www.sentinelone.com/labs/acidrain-a-modem-wiper-rains-down-on-europe/> (A letöltés ideje: 2023. 07. 30.)



szereplőkhöz (például a műholdas távközlési rendszerek biztonsági hiányosságairól többször publikáló Ruben Santamartához)<sup>16</sup> hasonlóan.<sup>17</sup>

A külső elemzők – a Viasat közleményére alapozva – további kiegészítő elemzéseket tettek közzé. Ruben Santamarta elsősorban a támadás folyamatát, a menedzsmenthálózatba való betörés lehetséges folyamatát mutatta be,<sup>18</sup> míg a SentinelLabs a modemeket kiiktató lépésekkel foglalkozott. Ez utóbbi az a pont, ahol a Viasat közléséhez képest jelentősebb, de végül is annak nem ellentmondó eltérést találunk: a SentinelLabs szerint nem egyszerűen parancsok kiadásáról volt szó, hanem egy kártékony kód bejuttatásáról, amit a modemek megfelelő ellenőrzés nélkül le is futtattak. Különösen aggasztó ez amiatt, mert maga a menedzsmentprotokoll lehetőséget adott volna arra, hogy csak digitálisan aláírt, hitelesített kódok futhassanak – ennek a funkcionalitásnak az alkalmazására azonban nem került sor, a szerzők feltételezése szerint azért, mert az a gyakorlatban csak kismértékű (de a rendszer-üzemeltetők által mégis felesleges tehernek érzékelt) többletmunkaigénnyel járt volna a napi üzemeltetés során. Összességében tehát helytálló a Viasat állítása, hiszen ténylegesen olyan funkciót használt ki a támadó, ami a menedzsmentrendszer lehetőségeivel való visszaélésnek tekinthető – ez azonban megakadályozható lett volna magának a menedzsmentrendszernek a szakmailag helyes használatával.

Ez a kártékony kód feltűnő, de nem egyértelmű technikai hasonlóságot mutat olyan régebben ismert malware-ekkel, amelyeket korábban Oroszországgal összefüggésbe hozott informatikai támadók használtak. A SentinelLabs „AcidRain”-ként nevezte el a Viasat elleni támadásban használt kártékony kódot, és azt a „VPNFilter” nevű malware-hez kapcsolódó „dstr” szoftverhez hasonlónak találta. A „VPNFilter – dstr” kódot viszont az FBI, az NSA és a brit NCSC is Oroszországhoz, konkrétan az Advanced Persistent Threat 28 („Fancy Bear”) kiberhadviselési csoporthoz kötötte, amely csoport magához az orosz katonai hírszerző szolgálathoz, a GRU-hoz kapcsolódik.<sup>19</sup>

A nyilvánosan közzétett elemzések és más információk alapján 2022. május 10-én az Egyesült Királyság Nemzeti Kiberbiztonsági Központja hivatalosan kijelentette, hogy „majdnem teljes bizonyossággal állítható, hogy Oroszország volt a felelős a 2022. február 24-ei kibertámadásért, ami a Viasatot

<sup>16</sup> Ruben Santamarta: Last Call for SATCOM Security. <https://ioactive.com/wp-content/uploads/2018/08/us-18-Santamarta-Last-Call-For-Satcom-Security-wp.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 08. 03.)

<sup>17</sup> Ruben Santamarta: SATCOM terminals under attack in Europe: a plausible analysis. <https://www.reversemode.com/2022/03/satcom-terminals-under-attack-in-europe.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 03.)

<sup>18</sup> Ruben Santamarta: VIASAT incident: from speculation to technical details, <https://www.reversemode.com/2022/03/viasat-incident-from-speculation-to.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 03.)

<sup>19</sup> APT28, <https://attack.mitre.org/groups/G0007/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 03.)



érintette”.<sup>20</sup> Ugyanezen a napon az Amerikai Egyesült Államok külügyminisztere, Antony J. Blinken sajtóközleményében még konkrétabban fogalmazva nevezte meg Oroszországot a támadás felelőseként.<sup>21</sup>

Az APT28 „Fancy Bear” csoport sikeresen hatolt be más szolgáltató(k) rendszerébe is, amint azt az Egyesült Államok Kiberbiztonsági és Infrastruktúra-biztonsági Ügynöksége 2022 decemberében nyilvánosságra hozta egy közös szövetségi nyomozást követően. A tájékoztatás szerint a támadók „hónapokon át” rendelkeztek hozzáféréssel a szolgáltatási rendszerhez.<sup>22</sup>

## Felkészülés az űrrendszereket érintő kibertámadásokra

A támadások azonban nem állnak meg a földi állomásrendszerek és a szolgáltatási infrastruktúrák szintjén. A bevezetőben említett szoftveralapú technológiák az űreszközök fedélzetén is terjednek, különösen a piko-, nano- és mikroműhold-kategóriákban, ahol fokozottan jellemző az általános információtechnológiai, autópári, gépipari elektronikai és szoftvermegoldások alkalmazása az egyszerű beszerezhetőségük és olcsóságuk miatt. Ezek a műholdak mára kiléptek az egyetemi kutatások és technológiai kísérletezések alkalmazásai területeiről, és produktív űrszolgáltatásokat nyújtanak például a távérzékelés, a távközlés, a mélyűrkutatás vagy akár a csillagászat terén. Ez szükségessé teszi az elméleti kutatások és a földi modellezések mellett az éles, űreszközök alkalmazásával végzett teszteléseket és gyakorlatokat is.

Mindez azonban nem történhet a hasznos szolgáltatásokat nyújtó produktív űreszközökön – egy új műholdra volt szükség, amelynél a szolgáltatás maga az űreszközök elleni kibertámadások kutatása és a védekező szaktevékenységek kidolgozásának elősegítése. Ennek érdekében állították pályára az első olyan „célpontműhold”-at, amellyel valós körülmények között lehetséges a kiberműveletek gyakorlása.

A SpaceX Commercial Resupply Service 28 jelű küldetésén, több más nanoműhold társaságában a hozzávetőlegesen 10 × 10 × 30 cm-es (3 Cubesat méretegység méretű) *Moonlighter* is az ISS fedélzetére érkezett, ahon-

<sup>20</sup> Press release: Russia behind cyber-attack with Europe-wide impact an hour before Ukraine invasion. <https://www.gov.uk/government/news/russia-behind-cyber-attack-with-europe-wide-impact-an-hour-before-ukraine-invasion> (A letöltés ideje: 2023. 08. 03.)

<sup>21</sup> Attribution of Russia’s Malicious Cyber Activity Against Ukraine - Press Statement. <https://www.state.gov/attribution-of-russias-malicious-cyber-activity-against-ukraine/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 03.)

<sup>22</sup> Christian Vasquez: CISA researchers: Russia’s Fancy Bear infiltrated US satellite network. <https://cyberscoop.com/apt28-fancy-bear-satellite/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 03.)

nan a Nanoracks indítórendszeréből 2023. július 6-án önálló pályára állt. A *Moonlighter* nagyon egyszerű műhold, de a manőverhajtómű-rendszert kivéve mégis tartalmaz minden olyan rendszerelemet, ami egy nagy méretű produktív műholdon megtalálható. Van kettős fedélzeti számítógépe, térbeli helyzetmeghatározó és -beállító rendszere, energiaellátó rendszere, távközlési és távüzemeltetési rendszere és hasznos terhe is.<sup>23</sup>

Különlegessége, hogy rendelkezik egy tűzfalal védett „cyber payload” rendszerrel, ami a kibertámadások gyakorlótere, illetve a kettős fedélzeti számítógéprendszer és a többszörös adatkapcsolati csatornák biztosítják, hogy sikeres behatolást és károkozást követően is helyre lehessen állítani a műhold működését. A támadó az egyik fedélzeti számítógép ellen dolgozik, miközben a másik üzemben tartja a műholdat. A kiber-gyakorlórendszer képes arra is, hogy sikeres támadást követően a fedélzeti rendszerek adatait rögzítse és a földi elemzéshez biztonságosan szolgáltatassa.<sup>24</sup>

A *Moonlighter*t a The Aerospace Corporation gyártotta, az Egyesült Államok Űrerejének Űrrendszerek Parancsnoksága és a Légierő Kutató Laboratóriuma együttműködésével. A küldetés szponzora a Nemzetközi Űrállomás Nemzeti Laboratóriuma. A nanoműhold kiemelt szerepet kapott az évente megrendezett Hack-a-Sat kihívás 2023-as fordulójában, ahol öt versenycsapat kísérelte meg a támadást. A verseny során a csapatoknak be kellett törniük a műhold védett rendszerszegmensébe és onnan különböző akadályokon áthaladva kódrészleteket kellett kimásolniuk.<sup>25</sup>

A gyakorlati hackelési teszteken túl elméleti munka is zajlik annak érdekében, hogy rendszerbe foglalható legyen az űrrendszerek elleni támadási módok nagyszámú elkövetési módzata, technikája, eljárása. Erre példa a SPARTA mátrix,<sup>26</sup> amely egy folyamatosan fejlesztett dokumentum, a támadási módzatok élő gyűjteménye (jelen publikáció írásakor az 1.4 verziója érvényes, amelyet 2023. augusztus 8-án tettek közzé). Fontos kiemelni, hogy a SPARTA mátrix olyan támadási módokat is tartalmaz, amelyeket még eddig nem hajtottak végre, de a technológia mai állása alapján lehetségesek lennének.

<sup>23</sup> Moonlighter. <https://hackasat.com/moonlighter/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 07.)

<sup>24</sup> Moonlighter factsheet. [https://aerospace.org/sites/default/files/2023-04/AK23\\_114\\_Fact%20Sheet\\_Moonlighter\\_REVB.pdf](https://aerospace.org/sites/default/files/2023-04/AK23_114_Fact%20Sheet_Moonlighter_REVB.pdf) (A letöltés ideje: 2023. 07. 27.)

<sup>25</sup> Christian Vasquez: Hackers prepare to take on a satellite at DEF CON. <https://cyberscoop.com/hack-a-sat-moonlighter-def-con/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 13.)

<sup>26</sup> Understanding Space-Cyber Threats with the SPARTA Matrix. <https://aerospace.org/article/understanding-space-cyber-threats-sparta-matrix> (A letöltés ideje: 2023. 08. 13.)



## Az úrrendszerekkel kapcsolatos társadalmi percepciók, nem kinetikus hatások

Az úrrendszerek, üreszközök elleni csapások nem végrehajthatatlanok. A szakmai irodalom ezzel kapcsolatban bőséges, olyannyira, hogy a napi hír-médiában is gyakran helyet kap ez a kérdés. A társadalom számára a világűr gyakorlati jelentőséggel bír, de emellett a nemzeti büszkeség eleme is egy sikeres úrprogram, egy állam megalapozott úrképessége.

Emiatt az úrrendszereket érő támadások a fentebb említett „további támadási irány”-okban kiaknázhatók a társadalmat érintő információs művelési csapások végrehajtása érdekében. A hibrid konfliktusok lényege, hogy a tényleges kinetikus károkozás gyakorlati hatásán jóval túlmutató eszmei, erkölcsi, érzelmi befolyásolást elérve gyakorolnak hatást a megtámadottra.<sup>27</sup>

Az úrrendszerekkel kapcsolatos társadalmi ismerethiány lehetőséget ad „idegen zászló alatt”<sup>28</sup> végrehajtott információs műveletek kivitelezésére is. Ilyenkor a tényleges elkövető nemcsak eltitkolja a kilétét, de ő maga tesz felelőssé egy másik, ártatlan szereplőt. A megtámadott társadalom így kettős csapást szenved: meg kell küzdenie egyrészt a támadás tényleges következményeivel, másrészt az információs hatásokkal.<sup>29</sup> Fontos kiemelni, hogy egy ilyen támadás csak akkor tudja elérni teljes potenciálját, ha az információs portfólió teljes körű, és elegendő ideig hitelesnek tűnik a célközönség szemében.

Esettanulmányként vegyük például a következő (teoretikus) helyzetet: egy NATO-tagországba a Szövetség megerősítő csapatokat telepít bizalomerősítés és elrettentés céljából. A csapatok érkezését követően a lakosság azt tapasztalja, hogy az okostelefonok navigációs rendszerei bizonytalanul működnek, a bankkártyás fizetés akadozik, a közúti és vasúti forgalomirányító rendszerekben fennakadások történnek. A lakosság az elégedetlenségét a közösségi médiában is kifejezi. A tagállam hatóságai megkezdik az üzemzavarok szisztematikus felderítését.

A közösségi médiában azonban a panaszkodó vagy helyzetleíró bejegyzések alatt olyan válaszok jelennek meg, amelyek magyarázatot igyekeznek adni a jelenségre: szakértőnek tűnő hozzászólók változatos nyelvezettel, hol közérthetően, hol technikai zsargonnal, egyöntetűen arra utalnak, hogy

<sup>27</sup> Arsalan Bilal: Hybrid Warfare – New Threats, Complexity, and ‘Trust’ as the Antidote. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2021/11/30/hybrid-warfare-new-threats-complexity-and-trust-as-the-antidote/index.html> (A letöltés ideje: 2023. 08. 05.)

<sup>28</sup> Angolul: false flag operation.

<sup>29</sup> Mitigating Risks arising from False-Flag and No-Flag Cyber Attacks, NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence. (szerk. Mauno Pihelgas) <https://ccdcoe.org/uploads/2018/10/False-flag-and-no-flag-20052015.pdf> (A letöltés ideje: 2023. 08. 05.)

az üzemzavarok összefüggenek a NATO-erők jelenlétével (például a konvojok önvédelmi zavarórendszereivel).

Rövid idő múlva a NATO-val feszült viszonyban lévő ország saját hírmédiájában, illetve a szóban forgó ország által befolyásolt nemzetközi hírmédiában mindez felerősítve, hivatalos köntösben jelenik meg: „Káoszt okoznak a névleges segítők? Szakértők szerint a NATO-katonák félelmükben fittyet hányanak azokra, akiket elvileg megvédeni jöttetek!” Ezt a rövid idő alatt virálissá váló médiaüzenet-hullámot csak nehezen tudja féken tartani az érintett tagország hatóságainak információs tevékenysége, még akkor is, amikor már egyértelmű bizonyítékokat tudnak felmutatni: elrejtett, improvizált GNSS-zavaróeszközöket, amelyek léte igazolja, hogy a szolgáltatások elleni első támadást valójában nem az egyébként létező, de a konkrét esetben nem használt katonai önvédelmi zavarórendszerek okozták, hanem egy tudatos külső támadás áldozata lett a tagország társadalma.

A fenti esettanulmányban az indító támadás tényleges hatása lényegtelen, a cél csak az, hogy az információs térben előálljon egy bizonytalan, kiaknázható helyzet, amelyet a tényleges támadási célnak megfelelő irányba lehet mozdítani. Ez ellen a gyors ellenüzeneteken túl csak azzal lehet védekezni, ha a társadalomban általánosságban jelen vannak a technológiai ismeretek és az államszervezet iránti bizalom. A koronavírus-világjárvány rávilágított arra, hogy ezek hiánya védtelenné teszi a társadalmat a hasonló befolyásoló támadásokkal szemben.<sup>30</sup>

Az úrképességek nemzeti biztonsági jelentőségének érzékelésére és érzékeltetésére alkalmasak az orosz-ukrán háború első heteiben forró témaként megjelenő, a Roszkoszmosz elleni kibertámadásról szóló hírek. 2022. március elsején jelent meg a Twitter közösségi médiaoldalon a @YourAnonTV bejegyzése, miszerint az NB65 (@xxNB65, Network Battalion 65) hacker-csoport leállította a Roszkoszmosz műholdvezérlő rendszerének azon szegmensét, amely a „kémműholdak” irányításáért felelős.<sup>31</sup> Két nappal később az NB65 azzal osztotta meg ezt a hírt, hogy „és ismét megtesszük”.<sup>32</sup> Maga az NB65 a saját március elsejei közlésében azt állította, hogy a *Vehicle Monitoring System* nevű rendszerkomponens WS02 nevű szerverét törölték és a belépési adatokat megváltoztatták.<sup>33</sup> Március 18-án pedig azt a hírt tették közzé, hogy a korábbi orosz tagadások alaptalanok voltak, és még mindig

<sup>30</sup> Greg Nyilasy: Fake News in the Age of COVID-19. Pursuit, University of Melbourne, 2020. 04. 10. <https://pursuit.unimelb.edu.au/articles/fake-news-in-the-age-of-covid-19> (A letöltés ideje: 2023. 08. 05.)

<sup>31</sup> Forrás: <https://twitter.com/YourAnonTV/status/1498792639877074945> (A letöltés ideje: 2023. 08. 05.)

<sup>32</sup> Forrás: <https://twitter.com/xxNB65/status/1499468274332942355> (A letöltés ideje: 2023. 08. 07.)

<sup>33</sup> Forrás: <https://twitter.com/xxNB65/status/1498563301525102594> (A letöltés ideje: 2023. 08. 07.)



hozzáféréssel rendelkeznek a Roszkoszmosz belső rendszereihez. Ennek igazolásaként állításuk szerint onnan letöltött dokumentumokat tettek közzé.<sup>34</sup>

A Roszkoszmosz akkori vezetője, Dmitrij Rogozin személyes Twitter-profilján március másodikán tagadta az előző napi támadást, hazugságnak és csalásnak nevezve azt.<sup>35</sup> Az Interfax hírügynökségnek pedig azt nyilatkozta, hogy ha egy ilyen támadás bekövetkezne, az háborús ok lenne.<sup>36</sup> Az NB65 erre azzal reagált, hogy ez gyakorlatilag az internettel vívott háború lenne, ami nevetséges.<sup>37</sup> Rogozint néhány hónappal az incidensek után leváltották a Roszkoszmosz éléről,<sup>38</sup> azóta közéleti tevékenysége még ellentmondásosabb.<sup>39</sup>

Természetesen nincs lehetőség külső forrásból megerősíteni vagy megcáfolni a Roszkoszmosz rendszereibe való sikeres betörés hírét. Az NB65 számos orosz állami és kereskedelmi szervezet hackelését jelentette be, tevékenységük kiterjed adatlopásokra, rendszerek működésképtelenné tételére.<sup>40</sup> A tevékenységmintába beleillik a Roszkoszmosz megtámadása. De az információs műveletek filozófiájába ugyanígy beleillik az is, hogy egy szervezet hamisított képernyőképekkel illusztrálva álhíreket tegyen közzé olyan akciókról, amelyek valójában nem történtek meg, vagy nem voltak sikeresek.

Maga a tény azonban, hogy egy ürügynökség ilyen jelentőségű célpontja lehet egy műveletnek (függetlenül attól, hogy sikeres kibertámadásról vagy hamis hírek közzétételéről van szó), már alátámasztja azt, hogy a modern konfliktusokban, háborúkban az ürrendszerek kiemelt szerepet töltenek be nemcsak a művelettámogató képességeik révén, hanem mint potenciális célpontok is. Ez a kétféle megjelenési módjuk egyszerre mutatja meg, hogy az úrképességek védelmét átfogó megközelítéssel, multidomén-szemlélettel kell megtervezni.<sup>41</sup>

<sup>34</sup> Forrás: <https://twitter.com/xxNB65/status/1504933046734233600> (A letöltés ideje: 2023. 08. 08.)

<sup>35</sup> Forrás: <https://twitter.com/Rogozin/status/1498903566135832577> (A letöltés ideje: 2023. 08. 08.)

<sup>36</sup> Russia space agency head says satellite hacking would justify war – report. <https://www.reuters.com/world/russia-space-agency-head-says-satellite-hacking-would-justify-war-report-2022-03-02/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 08.)

<sup>37</sup> Forrás: <https://twitter.com/xxNB65/status/1499455281444507661> (A letöltés ideje: 2023. 08. 08.)

<sup>38</sup> Дмитрий Rogozin освобожден от должности генерального директора госкорпорации «Роскосмос». <http://kremlin.ru/events/president/news/68946> (A letöltés ideje: 2023. 08. 08.)

<sup>39</sup> Eric Berger: Former head of Roscosmos now thinks NASA did not land on the Moon. <https://arstechnica.com/science/2023/05/former-head-of-roskosmos-now-thinks-nasa-did-not-land-on-the-moon/> (A letöltés ideje: 2023. 08. 08.)

<sup>40</sup> Drew Todd: NB65 Hackers Attacking Russian Orgs in Ukraine Retaliation. <https://www.secureworld.io/industry-news/nb65-hackers-russia-ukraine> (A letöltés ideje: 2023. 08. 09.)

<sup>41</sup> Jose Diaz de Leon: Understanding multi-domain operations in NATO. [https://www.jwc.nato.int/application/files/1516/3281/0425/issue37\\_21.pdf](https://www.jwc.nato.int/application/files/1516/3281/0425/issue37_21.pdf) (A letöltés ideje: 2024. 02. 15.)

## Összefoglalás

A korszerű úrrrendszerek infokommunikációs és informatikai rendszereken alapulnak, így esetükben is alkalmazhatók mindazon támadási módszerek, amelyek bármely más információs rendszer esetében felmerülhetnek. Az úrrrendszerek, és különösen az úreszközök kibervédelme szakmai vélemények szerint elmarad a támadási technikák fejlettsége és elterjedtsége mögött.

Ennek azonban nem kell így maradnia. Az úrképességek biztonságának garantálása érdekében már az is hatalmas előrelépés, ha az informatikai biztonságban, kibervédelemben bevált jó gyakorlatokat az úrrrendszerek esetében is alkalmazzák (jobban, mint ahogyan a földi rendszerekben alkalmazva vannak...). Az pedig, hogy kifejezetten az úreszközökre, úrrrendszerekre fókuszálva specializált kutatási, fejlesztési tevékenységek kezdődtek meg, még tovább fogja növelni ezt az alapszintű biztonságot és elősegíti a specifikus úrműveleti kiber szakmai kultúra kialakulását.

A rendszertervezők, rendszerüzemeltetők ennyit tehetnek. Mivel azonban az úrrrendszerek társadalmunk alaprendszerei, amelyek korábban sosem láttott tudományos és csúcstechnológiai háttéren alapulnak, a társadalomban is növelni kell a velük kapcsolatos ismereteket, erősíteni kell a bizalmat. Ez egy többirányú folyamat, mert a társadalom edukálása csökkenti az információs műveleti támadások sikerességének valószínűségét. A jól informált társadalom indokoltnak fogja látni az öt szolgáltató kritikus infrastruktúra védelmére fordított erőforrásokat. Ez utóbbi fejlemény azonban már egy olyan multidiszciplináris folyamat része, amely túlmutat a technikai kérdéseken.

# Befejezés – Katonai versengés a világűrben

A világűrért folyó hatalmi verseny folytatódik, ennek részét képezi a katonai versengés is. De amíg a hidegháború időszakában a Szovjetunió és az Egyesült Államok közötti űrverseny elsősorban a presztízsért zajlott (melyik politikai-ideológiai-gazdasági modell képes bizonyítani a saját felsőbbrendűségét), a 21. század már nem üres térként tekint a világűrre, hanem a gravitáció által formált olyan tájra, amely hatalmas lehetőségekkel, erőforrásokkal, hasznosítható energiával rendelkezik. A technológiai fejlődés következtében nemcsak az eszközrendszer, hanem a gondolkodásmód is megváltozott: a világűr feletti hatalom (gazdasági és kereskedelmi haszon, katonai előnyök) megszerzése egyre fontosabb prioritássá vált. Egyre inkább tudható, hogy „másnak e tájék mit jelent” (Radnóti Miklós).

Az űrhatalmi elméletek közül különösen Everett Dolman amerikai asztropolitikai szakértő koncepciója lett divatos, aki teóriájának kidolgozásához Halford Mackinger és Alfred Mahan munkáit használta fel.<sup>42</sup> Felfogása szerint a Terra a Föld és azt közvetlenül körülvevő magas légtér,<sup>43</sup> amelyben egy eszköz Föld körüli pályán keringhet hajtómű nélkül. A következő terület a földközeli űr, amely a lehető legalacsonyabb Föld körüli keringési pályától tart a Föld forgásához illeszkedő geoszinkron pályáig. Ezt követi a holdközi térség, amely a geoszinkron pályától a Hold pályájáig tart. Innentől pedig a Naprendszer következik. Mint ahogyan a könyvben is hangsúlyoztuk, az elkövetkező évtizedekben a földközeli űr lesz a legfontosabb kutatási terület (itt keringenek a katonai, kommunikációs, felderítő-, stb. műholdak), amelynek ellenőrzése *óriási katonai előnyt ad* a Föld felszínén bármely országnak (mint ahogyan látjuk ezt az Ukrajnában zajló háború esetében). Dolman professzor Mackinger híres geopolitikai megállapítását (aki Kelet-Európát uralja, uralja a magterületet is) adaptálta a világűrre, tézise így szól: „Aki uralja az alacsony Föld körüli pályát, uralja a földközeli űrt. Aki uralja a földközeli űrt, uralja Terrát. Aki uralja Terrát, meghatározhatja az emberiség sorsát”.<sup>44</sup> Amíg tehát a múltban szárazföldi, légi és haditengerészeti erőket helyeztek el a nagyhatalmak a bolygó stratégiai pontjain, hogy ellenőrizni tudják a kulcsfontosságú szállítási útvonalakat, szorosokat és átjárókat, addig a 21. században műholdakat és űreszközöket kell elhelyezniük a földközeli űrben, hogy ne maradjanak le a versenytársaiktól.

<sup>42</sup> Everett C. Dolman: *Astropolitik: Classical Geopolitics in the Space Age*. Taylor & Francis Group, 2001.

<sup>43</sup> Kármán Tódor (1881–1963) magyar gépészmérnök, fizikus és alkalmazott matematikus 100 km-ben határozta meg azt a magasságot, ahol a felhajtóerő hiányában már kozmikus sebességet (7,9 km/s) kell elérni a fennmaradáshoz.

<sup>44</sup> Idézi Tim Marshall: *A földrajz hatalma*. Park Könyvkiadó, Budapest, 2021. 377.



A könyv bevezető tanulmányában hangsúlyoztuk, hogy *a világűr militarizálása már régen megkezdődött*. Bár a Világűrszerződés (1967) tiltja a tömegpusztító fegyverek (WMD) világűrben való elhelyezését, az égitesteken végzett katonai tevékenységeket, a jogszabály önmagában nem elégséges ahhoz, hogy megakadályozza a hatalmi versengést. *A vezető űrnagyhatalmak folyamatos készletét érzik arra, hogy megszerezzék az űr feletti ellenőrzést, kizorítsák versenytársaikat*. Az Egyesült Államok az 1980-as években tett először kísérletet előny megszerzésére, amikor olyan rakétavédelmi rendszerrel igyekezett hadrendbe állítani a nukleáris támadások ellen, amelynek részét képezték volna az űrbe telepített fegyverek is. A csillagháborús tervnek elnevezett koncepció az űr militarizálásának kezdetét jelentette.

Ma elsősorban Oroszország végez olyan kísérleteket, amelyeket a nyugati országok *új fegyverkezési verseny* jeleként értékelnek.<sup>45</sup> 2020 januárjában a *Koszmosz-2542* jelű „ellenőrző” műhold követni kezdte az *USA-245* azonosítójú kéműholdat, 150 kilométeres távolságra megközelítette, majd kibocsátott egy miniműholdat, amely tovább követte az amerikai űreszközt, végül egy másik irányba lövedéket lőtt ki. *A világűr történetében először egy állam űrbeli technológiával közvetlenül fenyegette egy rivális hatalom űreszközét*.

2024. május 16-án Oroszország alacsony Föld körüli pályára állított egy műholdat, amely az amerikai értékelések szerint valójában a földközeli térben más műholdak megtámadására képes, műholdelhárító fegyver. Természetesen ilyenkor az Egyesült Államok felháborodik, de az amerikai műholdak szintén követnek más nemzetiségű űreszközöket, Amerika is dolgozik saját űrfegyverek (pl. lézerfegyverek) fejlesztésén. Az amerikai űrerő (akkor még a légierő részeként) 2014-ben indította a Geoszinkron Űrfelügyelő és Helyzetértékelő Programját (Geosynchronous Space Situational Awareness Program, GSSAP), amelynek első két műholdja a földfelszíntől kb. 36 000 km-es magasságban, közel az ún. geostacionárius pályához kering. Az ezen a pályamagasságon működő eszközök keringési ideje megegyezik a Föld tengelyforgási sebességével, így ezek a járművek úgy látszanak, mintha egy helyben lebegnének az űrben. Emiatt szenzorokkal képesek egy állandó területet folyamatosan megfigyelni a Föld felszínén vagy a világűr valamelyik szektorában. Ezt a „flottát” egészítette ki már a SPACECOM két újabb „égi felügyelővel” 2022 januárjában.

Ezeket a problémákat azonban nem lehet könnyen megoldani, hiszen a vitatott helyzetekre nincsenek protokollok, vizsgálati eljárások, döntést (ítéletet hozó) nemzetközi testületek, csak az együttműködési képesség, a „good will” segíthet. A bécsi székhelyű Világűrbizottság (COPUOS) nem illetékes katonai űrügyekben, mert ahogyan a nevében is benne van (Committee on

<sup>45</sup> Nyári Gábor: Égi inspektorok: magasabb fokozatba kapcsol az űrfegyverkezési verseny. EGOV Hírlevél, 2022. január 24. (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)



the Peaceful Uses of Outer Space), a világűr békés felhasználásának kérdései tartoznak hatáskörébe.

A jogi bizonytalanságot jól mutatja a 2024 tavaszán az ENSZ-ben zajló vita, amely a Világűrszerződést megerősítő határozattervezetet tárgyalta a Biztonsági Tanácsban és a Közgyűlésben. Japán és az Egyesült Államok határozattervezetet nyújtott be, amely felszólít „minden államot, különösen azokat, amelyek jelentős űrképességekkel rendelkeznek, hogy aktívan járuljanak hozzá a világűr békés felhasználásához és a világűrben zajló fegyverkezési verseny megelőzéséhez”. A tervezet szintén felhív minden nemzetet arra, hogy „tartózkodjon az e célkitűzéssel és a vonatkozó meglévő szerződésekkel ellentétes cselekedetektől a nemzetközi béke és biztonság fenntartása, valamint a nemzetközi együttműködés előmozdítása érdekében”.<sup>46</sup> A vita a szokásos módon zajlott, amikor az egyik vétőjoggal rendelkező nagyhatalom nem akar egy problémát megoldani: az április 24-ei előterjesztést az ENSZ BT támogatta, Oroszország ellenezte, Kína tartózkodott. Ekkor az orosz ENSZ-képviselő egy módosító javaslatot nyújtott be, amely viszont *nem kapta meg* az elfogadáshoz szükséges legalább kilenc tagállami jóváhagyást. A módosítás egy további bekezdést javasolt, amely szerint a Tanács felszólítja „az összes államot, és mindenekelőtt azokat, amelyek jelentős űrképességekkel rendelkeznek, hogy sürgősen hozzanak intézkedéseket annak érdekében, hogy mindenkor megakadályozzák fegyverek elhelyezését a világűrben, valamint az erő fenyegetését vagy alkalmazását a világűrben, az űrből a Föld ellen és a Földről a világűrben lévő objektumok ellen, továbbá tárgyalások útján törekedjenek megfelelő, megbízhatóan ellenőrizhető, jogilag kötelező erejű többoldalú megállapodások mielőbbi kidolgozására”. Mivel az eljárásrend szerint ilyen esetben az ENSZ Közgyűlésének tíz napon belül napirendre kell tűzni a javaslatot, a Közgyűlés május 6-án megtárgyalta az új földön kívüli fegyverkezési verseny megakadályozását célzó határozattervezetet, de nem tanácsi, hanem eredeti japán-amerikai kezdeményezés-ként. Mint ilyenkor lenni szokott, a javaslat nem kapta meg a szükséges támogatást (65 tagállam szavazott mellette), így a Közgyűlés visszautalta a BT hatáskörébe újbóli megtárgyalásra. Május 20-án a Tanács újabb ülést tartott, azonban az orosz előterjesztést továbbra is csak hét tagállam támogatta, így a világűrben zajló újabb fegyverkezési verseny megakadályozását célzó orosz határozati javaslat véglegesen megbukott.

Az űr militarizálása segítheti az országokat a hagyományos hadviselésben, mert még a civil rendeltetésű űreszközök is felhasználhatók katonai célokra. A polgári műholdak katonai célra való felhasználását mutatja Elon Musk *Starlink*-hálózata, amely megmentette Ukrajnát a katonai vereségtől és megváltoztatta a hadviselés jellegét. A SpaceX cég – a Pentagon finanszírozásával

<sup>46</sup> Second draft resolution on weapons – free outer space fails in Security Council. 20 May 2024. | UN News (A letöltés ideje: 2024. 05. 31.)

– közvetlenül a háború kirobbanása után kezdett nagy sáv szélességű, polgári és katonai forgalmú internet-szolgáltatást biztosítani a harcoló országnak. A milliárdos életrajzi kötetéből<sup>47</sup> tudjuk: Elon Musk maga sem gondolta, hogy internetes technológiája ilyen hatással lesz a háborúra, és mivel kapott hideget-meleget (az oroszok merénylettel fenyegették, a kínaiak atomfegyver-támadásokat szimuláltak a *Starlink* óriási műholdhálózatával szemben – a cég ma 12 ezer műholddal rendelkezik), egyre pesszimistább lett a szolgáltatás katonai alkalmazásával kapcsolatban. A milliárdos elismerte, hogy 2023 szeptemberében lekapcsoltatta a *Starlink* műholdas kommunikációs hálózatát a Krím-félszigetnél, hogy az ukránok ne tudják megtámadni az orosz flottát Szevasztopolnál.

Azonban az oroszok folyamatosan tanulnak, és egyre eredményesebben zavarják a *Starlink*-szolgáltatást.<sup>48</sup> A 2024. májusi harkivi támadás során már szisztematikusan zavarták az internet-szolgáltatást, aminek következtében a kapcsolatok megszűntek, vagy nagyon gyengék lettek a jelek, komoly technikai nehézségek léptek fel. Ez nemcsak a GPS-vezérlésű harceszközöknél, hanem az ukrán drónerők alkalmazásánál is problémát jelentett. A szakértők is találgatják, hogy ezt hogyan csinálják: erős rádiójelekkel szakítják-e meg a műholdas kapcsolatot, vagy drónokkal zavarják a *Starlink* földi antennáit?

Az elméleti keretet adó I. részben publikáltunk egy-egy tanulmányt a NATO és az EU úrpolitikájáról, amelyek *befolyással vannak a tagállamok úrpolitikájára, más országokkal való együttműködésére*. A két nemzetközi szervezet közül az Észak-atlanti Szövetség felel az űrvédelem katonai kérdéseierért. A NATO-úrpolitika fejlődése egyértelműen a hatalmi űrstratégiákat erősíti: a Szövetség 2019-ben nyilvánította az űrt ötödik hadműveleti térré (követve az Egyesült Államokat), és még ugyanabban az évben kidolgozta úrpolitikáját. 2020-ban létrehozta a NATO Űrközpontot (NATO Space Center) az amerikai légierő németországi Ramsteinben levő légibázisán, amely támogatja a Szövetség tevékenységét, műveleteit és misszióit, valamint segíti a tagállamok erőfeszítéseit az űrdomén területén.

2021-ben az Észak-atlanti Tanács a brüsszeli csúcstalálkozón már arról határozott, hogy az Észak-atlanti Szerződés 5. cikkét lehet alkalmazni NATO-tagállam elleni űrtámadás esetén is. 2023-ban felgyorsult a szervezeti építkezés: létrejött a NATO Űrkiválósági Központ Franciaországban (Toulouse), új programok indulnak. A brüsszeli központban létrejön a 3SAS, egy stratégiai űrhelyzet-értékelési rendszer, és létrehoznak egy állandó virtuális szövetségi űr megfigyelési és helyzetértékelési rendszert (APSS) is. A 24 országból álló APSS-koalíció (amelynek Magyarország is tagja) megvalósítja a tagállami és európai kereskedelmi megfigyelő műholdak nagyszabású virtuális kons-

<sup>47</sup> Walter Isaacson: *Elon Musk*. Helikon, Budapest, 2023.

<sup>48</sup> Paul Mozur – Adam Satariano: *Russia, in New Push, Increasingly Disrupts Ukraine's Starlink Service*. *The New York Times*, May 24, 2024. (nytimes.com) (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)



tellációját, amely az Aquila<sup>49</sup> nevet kapta. Az új rendszer a tagállami úralapú eszközök összekapcsolásával valós idejű információkat, hírszerzési adatokat szolgáltat az ellenséges erők mozgásáról, az időjárás viszonyokról és a terepről, ami szükséges a hadszíntéri események megértéséhez és a döntések meghozatalához. Mivel a háború előtt egyedül az amerikai műholdas rendszer (ISR) figyelte az orosz erők mozgását, csak találgatni lehet, hogy mennyivel meggyőzőbb lett volna, ha az európai vezetők szóbeli tájékoztatás helyett egy valós idejű úrtérképen tudtak volna tájékozódni.

Az Európai Unió úrpolitikájának tárgyalását 20 éves EU-tagságunk és a kormányzati ESA-célok indokolták. A 2023. évi Űrbiztonsági és -védelmi stratégia hangsúlyozza az Űrbiztonság fokozásának fontosságát, mivel minden nemzetállam egyre inkább függ az űrbeli szolgáltatásoktól *az éghajlatváltozás, a katasztrófavédelem és a fenntartható fejlődés szempontjából*. Az EU növelni akarja technológiai szuverenitását a stratégiai függések csökkentése és a meghatározó ellátási láncok fenntartása érdekében. A koncepció támogatja az űr és a védelem között meglévő szinergiákat, növeli az unió védelmi és űripari szakértelmét. Maga a stratégia öt pilléren nyugszik: (1) az űrbéli fenyegetések közös megértése, (2) az uniós űrrendszerek és szolgáltatások rezilienciájának erősítése, (3) az EU biztonsági érdekeit veszélyeztető külső kockázatokra és fenyegetésekre történő válaszadás közös képességének megerősítése, (4) a kettős (biztonsági és védelmi) felhasználású űrképességek fejlesztése és (5) a globális partnerségek elősegítése.<sup>50</sup>

Az első részbe még beemeltük a biztonság szempontjából fontos *űrszemét-témát*, mert a Földet körülvevő óriási mennyiségű, nagy sebességgel keringő hulladék darabjai bármely ország űreszközeinek nekicsapódhatnak és kárt okozhatnak. Amennyiben nem jól kezelik az ilyen lehetséges baleseteket, akár komolyabb feszültségek és konfliktusok is kialakulhatnak. Jelenleg mintegy 3000 használaton kívüli műhold, körülbelül 34 ezer darab – legalább 10 cm-es méretű – űrszemét, valamint megszámlálhatatlan apróbb darabka kering a bolygónk körül. Több ország már elkezdett foglalkozni a problémával, de a helyzet javításához nyilvánvalóan itt is széles nemzetközi együttműködésre lesz szükség.

A könyv 2. része olyan *országokról szóló tanulmányokat* tartalmaz, amelyek a katonai űrkutatásban jelentős szerepet játszanak. *A legnagyobb figyelmet a három meghatározó nagyhatalomnak, az Egyesült Államoknak, Oroszországnak és Kínának szántuk*. Az Egyesült Államok 2019-ben létrehozta űr-rejét önálló haderőnként, amit a másik két vetélytárs is követett. Donald

<sup>49</sup> Az Aquila egy csillagkép az égi egyenlítőn. A neve sast jelent, amely a görög-római mitológiában a Zeus/Jupiter főistenek villámain hordozó madarat jelképezi. NATO's Approach to Space. 21 March 2024. (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)

<sup>50</sup> Űrpolitika: a Tanács következtetéseket hagyott jóvá az uniós biztonsági és védelmi űrstratégiáról. 2023. november 14. Consilium (europa.eu). (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)

Trump akkori amerikai elnök az új parancsnokság megalakításának ünnepségén hangsúlyozta: „A SPACECOM feladata megvédeni Amerika létfontosságú érdekeit a világűrben, amely a következő hadműveleti tér lesz. Ez szerintem mindenki számára nyilvánvaló, minden az úrról szól”<sup>51</sup> De nemcsak a legnagyobb úrhatalmak, hanem a többi űrtevékenységben aktív és vizsgált ország is (India, Franciaország, Izrael, Japán, Dél-Korea, Észak-Korea) rendelkezik űrerővel önálló haderőnként vagy a légiőr részeként.

2020 októberében az Egyesült Államok vezetésével nyolc ország (Ausztrália, Egyesült Államok, Egyesült Arab Emírségek, Japán, Kanada, Luxemburg, Nagy-Britannia, Olaszország) csatlakozott az *Artemis*<sup>52</sup>-egyezményekhez. A megállapodás névadója a NASA Artemis-programja, amelynek keretében az Egyesült Államok újra űrhajósokat küld a Holdra, és hozzákezd a tartós emberi jelenlét megalapozásához az égitesten.<sup>53</sup> A Hold csak az első állomás, a megállapodásban részt vevő országok hosszú távon a Mars, az üstökösök és az aszteroidák békés célú, nemzetközi jogot betartó feltérképezését, űrörökségi helyszínek fenntartását vállalják.<sup>54</sup> *Sajnos sem Oroszország, sem Kína nem csatlakozott az egyezményhez, hiányzott a kooperációhoz szükséges politikai bizalom.* Hiába dolgoznak együtt 1998-tól az oroszok és az amerikaiak a Nemzetközi Űrállomáson (ISS), egymás műholdjainak követése, az ellenségeskedés és titokzatosság megmérgezte az űrpolitikai kapcsolatokat. Ráadásul az orosz-ukrán háború kirobbanása után a Roszkoszmosz felmondta az együttműködést, és az oroszok a mai tervek szerint 2028-ban elhagyják az űrállomást.<sup>55</sup> Ha kivonulnak a projektből, akkor *a 16 ország közötti űregyüttműködés 400 kilométer magasságban keringő szimbóluma (amely 92 percenként kerüli meg a Földet) negyedszázad után megszűnik.* Oroszország és Kína egyaránt önállóan akar űrállomást építeni.

Kína sem csatlakozhatott az Artemis-megállapodáshoz, mert a washingtoni kongresszus nem engedélyezte a NASA-nak a Pekinggel való együttműködést. A virginiai Frank Wolf republikánus képviselőről elnevezett Wolf-féle törvénymódosítás *megtiltotta a NASA-nak*, hogy szövetségi forrásokat használjon fel a kínai kormánnyal való közvetlen, kétoldalú együttműködésre. Ezek a döntések alapjaiban kérdőjelezzik meg a világűr békés felfedezéséről szóló többnemzeti együttműködést, mert ettől kezdve mindkét ország saját

<sup>51</sup> Remarks by President Trump at Event Establishing the US Space Command. Rose Garden. August 29, 2019. (spacecom.mil) (A letöltés ideje: 2024. 05. 31.)

<sup>52</sup> Artemisz görög eredetű, mitológiai női név, a vadászat, a termékenység és a Hold istennőjének neve. Jelentése: friss és egészséges.

<sup>53</sup> Nyolc nemzet csatlakozott az Artemis-egyezményekhez. National Geographic, 2020. 10. 15. (24.hu) (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)

<sup>54</sup> The Artemis Accords. Principles for Cooperation in the civil exploration and use of the Moon, Mars, Comets, and Asteroids for Peaceful Purposes. 13.10. 2020, Artemis-Accords-signed-13Oct2020.pdf (nasa.gov) (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)

<sup>55</sup> Ramin Skibba: Russia's Space Program Is in Big Trouble. Wired, Mar 28, 2023. (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)



tervei alapján (vagy egy új űrkoalícióban) szeretne bázist létesíteni a Holdon, és egyikük sem fogja engedni, hogy a riválisaik úgy fogadjanak el szabályokat, hogy abból ők kimaradjanak. Kína már elhelyezte saját műholdját a Hold „túlsó oldalán”, hogy megfigyelje bolygónk kísérőjét.

Mindez azt jelenti, hogy az *űrbeli geopolitika, az asztropolitika is felnőtt korba lép*, és a nagyhatalmak egyre inkább beépítik a hatalmi politikába az űrfegyverkezés költségeit, mint ahogyan láttuk ezt az északkelet-ázsiai országok esettanulmánya vonatkozásában. Egyértelmű, hogy ha nem születnek kötelező erejű megállapodások a világűr militarizálásának korlátozásáról, akkor az – különösen az alacsony Föld körüli pálya – könnyen harcterré válhat. Az Egyesült Államok, India, Izrael, Kína és Oroszország egyaránt rendelkezik „műholdgyilkos” fegyverrel, azaz műholdak megsemmisítésére alkalmas űrfegyverekkel. Jelenleg is dolgoznak olyan technikákon, amelyek a műholdak lelövéséhez lézereket alkalmaznak, „elvakítják” és működésképtelenné teszik az eszközöket. Mivel nincs jogszabály, megállapodás arról, hogy ki meddig mehet el, mi számít tiltott lépésnek, egyre komolyabb veszélyt jelent, hogy egy incidenst a másik fél esetleg félreért és támadásnak vél.

A könyv 3. részében (*Űrendszerek, űrtechnológia*) az űrben alkalmazott eszközökkel és rendszerekkel ismerkedhetnek meg az olvasók, akik a műszaki-technikai háttér ismeretében jobban megérthetik az űrbiztonsági kérdéseket. A hatalom megszerzéséhez a világűrben műholdakra, rakétákra, űrhajókra, űrállomásokra stb. van szükség. Ukrajnában folyik az elektronikai hadviselés, ezért az eredeti elképzeléshez képest a könyv műszaki részét új tanulmánnyal (műholdak, űreszközök kiberbiztonsága) erősítettük meg. Viszont az eredeti elképzeléstől eltérően nem foglalkoztunk a tanulmánykötetben az űrháborús scénáriókkal, pedig e témában is gazdag a szakirodalom (példák erre John Klein, Bledlyn E. Bowen, Paul Szymanski, Tim Marshall munkái), Ezek a kutatások a közeljövő feladatait képezik. Az a meggyőződés vezetett bennünket, hogy talán a második űrkorszakban újra az együttműködés, az eredmények közös felhasználása fog dominálni. Csak remélni lehet, hogy Newtonnak ez alkalommal nem lesz igaza: „Ki tudom számítani az égitestek mozgását, de az emberi örültséget nem”.<sup>56</sup>

Szenes Zoltán

<sup>56</sup> Isaac Newton idézetek – Online Idézetek (onlineidezetek.hu) (A letöltés ideje: 2024. 06. 01.)

# Névmutató

- Aschbacher, Josef 60  
Barak, Ehud 206  
Barré, Jean-Jacques 178  
Ben Gurion, David 203, 208  
Bhábhá, Hómi 162  
Borrell Fontelles, Josep 55  
Breton, Thierry 61  
Buzan, Barry 15  
Ciolkovszkij, Konsztantyin Eduardovics 35  
Chirac, Jacques 181  
von Clausewitz, Carl 25  
Cour-Palais, Burton 74  
Cox, Christopher 91  
Csien, Hszüeszen 139  
Dolman, Everett C. 312  
Esnault-Pelterie, Robert 178  
Farkas, Bertalan 7  
Farkash-Hacohen, Orit 220, 221  
Gandhi, Indira 172  
de Gaulle, Charles 178, 191  
Hszi, Csin-ping 91, 139  
Hyten, John E. 18, 19  
Jang, Li-vej 147, 155  
Johnson, Boris 199  
Kim, Dzsongun 229, 241, 242  
Komarov, Igor 128, 129  
Lyles, Lester P. 12  
Maamau, Taneti 150  
Macron, Emmanuel 182, 187, 192, 193  
Mao, Ce-tung 139, 140  
Marshall, Tim 312, 318  
Módi, Naréndra 168, 170, 171, 172, 174, 175  
Musk, Elon 76, 314, 315  
Ne'eman, Yuval 205, 206  
Nehru, Dzsaváharlál 163  
Newton, Isaac 7  
Obama, Barack 172  
Parly, Florence 182, 183, 196  
Peres, Simón 200, 201, 205, 207  
Peri, Yaakov 210  
Pournelle, Jerry 28  
Putyin, Vlagyimir 117, 124  
Ramon, Ilan 203, 207, 214, 218  
Reagan, Ronald 90, 140, 198, 266  
Rogozin, Dmitrij 130, 132, 310  
Sagi, Yehoshua 206  
Santamarta, Ruben 305  
Sarmá, Rákés 165  
Scholz, Olaf 55  
Szárábhái, Vikram 162  
Szun-Ce (Sunzi) 12  
Teng, Hsziao-ping 140  
Tong, Anote 149  
Trump, Donald J. 12, 91, 99, 110, 172, 317  
Truss, Elizabeth 136  
Wæver, Ole 15  
Weihs, Daniel 200  
Whipple, Fred L. 82  
de Wilde, Jaap 15  
Wolf, Frank 91

*Készítette: Edl András és Seprényi Patrik*

# Tárgymutató

1992. február 25-ei 185-as rendelet 123

1994. decemberi 1418-as határozat 119

1996. évi 104-es határozat 119

2016–2025-ös szövetségi űrprogram  
dokumentuma (FKP-2025) 127, 129

3SAS kezdeményezés 315

5563-1-es törvény 119

5G hálózat 289, 290

66. Nemzetközi Űrhajózási Kongresszus 213

75/36. számú határozat 34

863-as projekt 140

## A

ablációs hővédelem 252

AcidRain 304, 305

Áditja-L1 176

Advanced Persistent Threat 28 („Fancy Bear”)  
305, 306

aerodinamikai felmelegedés 248, 253

Airbus Safran Launcher 181

alacsony Föld körüli pálya 21, 63, 68, 69, 72,  
74, 75, 77, 80, 81, 86, 101, 110, 158, 159,  
164, 165, 180, 217, 222, 263, 266, 276, 312,  
313, 318

állami fegyverkezési program 130

ALOS-4 radaros műhold 232

általános és teljes leszerelés 33  
altiméter 286

Amerikai Egyesült Államok Nemzeti  
Űrpolitikája 92, 93

amerikai-dél-koreai rakétairányelvek 227, 229

Amos kommunikációs műhold 207, 208, 216

Amos-6 műhold 211

AnDROID 83

Angara rakéta 124, 127, 128

Antrix Corporation 174

Apofisz aszteroida 87

Apollo 90, 114, 261, 262, 292

Arecibo rádióteleszkóp 80

Ariane 5: 179, 180, 195, 272

Ariane 6: 66, 67, 180, 181

Arianespace 66, 137

Artemis-program 96, 108, 110, 114, 229, 232,  
243, 317

Artemis-egyezmény 173, 317

ASLV rakéta 164

ASM-135 29

Astérix műhold 46, 188

AsterX gyakorlat 186, 188, 189, 190, 197

Astrorad sugárvédelmi mellény 215

asztrófizika 192, 217, 218

Athéné-Fidus (Athena-Fidus) 184, 197

Atlas-5 108, 270, 271, 272

## B

Bajkonur kozmodrom 123

Ballisztikai és Aerodinamikai Kutatólaborató-  
rium 178

ballisztikus rakétákat elhárító rakétákat  
korlátozó egyezmény 31

Bejucal 150

békés felhasználás 142

Bennu aszteroida 87

BepiColombo 187

Beresheet-1 215, 219

Beresheet-2 215, 219

Bhászka műhold 164

BHE Bonn Hungary Elektronikai Kft. 167

Biden-adminisztráció 93, 96, 100

biogeokémia 285

Biztonságos Kapcsolat Program 63

Blue Origin 16, 66, 104, 105, 109, 110, 115,  
162

Boeing 97, 105, 253, 271, 273, 278

Boguslavsky-kráter 131

Bold Orion 29

BOR sikló 28

Brit Űrparancsnokság 199

British Aerospace 268, 278

Buran 28, 265, 266, 267, 269, 276, 279

Burnt Frost 14, 111

## C, Cs

C3IEL-projekt 214

CAGI (Központi Aero- és Hidrodinamikai  
Intézet) 248

CALIPSO műhold 192

Carrington-esemény 15, 84

CASPEX mikrokamera 187

Cassini-Huygens 192

CÉRES rendszer 184, 194, 195

cézium- és rubidium-atomóra 290



Challenger űrsikló 28, 30, 108, 140 260, 264, 268, 278  
 ClearSpace 83  
 Columbia űrsikló 107, 108, 214, 218, 253, 261, 264, 278  
 Comsat NG 184  
 Covid-19 66, 106, 133, 168, 309  
 Crew Dragon 108  
 CubeSat *lásd* kockaműhold 21, 81, 306  
 Csandraján-1 164, 166, 187  
 Csandraján-2, 166, 167, 172  
 Csandraján-3 167  
 Csang'ó 161  
 Csiucsüan Műholdindító Központ 147

## D, Dzs

Danuri űrszonda 229  
 DC-X Delta Clipper 269  
 DEBRIS ütközésveszély-értékelő eszköz 75, 76, 82  
 Dél-Korea Fehér Könyve (2020) 236  
 Diamant rakéta 178, 179  
 Dimorphos aszteroida 87  
 Discovery űrsikló 84, 264  
 diverzifikáció 40  
 Dragon V1 265  
 Dragon V2 265, 273  
 Dream Chaser 271, 272, 277, 279  
 Duchifat 1, 2 és 3 műholdak 211  
 Didymos aszteroida 87

## E

EA-41 Eole 178  
 EDF-2023-DA-SPACE-SSA 65  
 EDF-2023-RA-SPACE-PSA 65  
 Egyesült Államok Kiberbiztonsági és Infrastruktúra-biztonsági Ügynöksége 306  
 Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (Pentagon) 101, 249, 314  
 Egyesült Királyság Nemzeti Kiberbiztonsági Központja (UK National Cyber Security Centre) 305  
 el nem kötelezettek mozgalma 171  
 Elbit Systems Ltd. 208, 218  
 elektromágneses impulzus 26, 27  
 élettartam utáni eltávolítás 83  
 ELISA rendszer 184, 194  
 elosztott rendszerek építése 40  
 elrettentés 19, 41, 42, 93, 94, 102, 145, 168, 170, 183, 202, 203, 205, 207, 212, 308  
 Emposat 151  
 Endeavour űrsikló 264

ENERCON GmbH 303  
 ENSZ Alapokmány 42  
 ENSZ Biztonsági Tanács (BT) 314  
 ENSZ Főtitkárság 314  
 ENSZ Közgyűlés 31, 33, 34, 314  
 Enyergia (ENERGIJA) rakéta 266, 267  
 Erdős-Rényi-modell 21  
 EROS távérzékelő műhold 207  
 eROSITA *lásd* kiterjesztett röntgenfelmérés képkalkotó távcsoóriáccsal 137  
 erődítés és védett kialakítás 40  
 Essaim 184  
 Észak-koreai Nemzeti Űrugynökség 229, 239  
 ETS-9 tesztműhold 232  
 EU Biztonsági és Védelmi Űrstratégia 55, 316  
 EUMETSAT 56, 57, 58  
 Euroconsult 56, 57, 95, 96, 142, 143  
 ExoMars 131, 132, 133, 137  
 ExoOps 190  
 Explorer-1 90

## F

Falcon 9: 109, 211, 271, 285  
 Falcon Heavy 109  
 Fegyverzet-ellenőrzési Főnökség 32  
 Fekete Költségvetés (black budget) 97  
 felderítés (ISR) 170, 184, 295, 296, 316  
 felügyeleti és menedzsmentrendszer 300, 301, 303, 305  
 Fengjün 152, 157  
 FKP-2025 127, 129  
 fler 85  
 Fobos Grunt 172  
 Francia Guyana 67, 137, 179, 191, 194  
 függőleges szerelde 260  
 FY-1C 77, 141

## G

Gaganján 169, 175  
 Galaxy-4 78  
 Galileo 51, 55, 60, 61, 62, 63, 65, 180, 290, gallium 106  
 gamma-sugárzás 27  
 Gazprom Űrrendszerek 124  
 Genfi Leszerelési Konferencia 121  
 Geostacionárius Föld körüli pálya 29, 62, 87, 102, 165, 185, 198, 208, 281, 292, 297, 313  
 Geotracker 190  
 germánium 106  
 Gilat Satcom 208  
 GRAVES térfigyelő radar 184, 196  
 GSAT-4 ISRO műhold 218



GSLV rakéta 165, 166  
Gurwin/TechSat 218

## H

H-M-számtartomány 247, 253, 259, 269  
rakétaszonda (sounding rocket) 163, 226  
három hadviselési koncepció 146  
hasznos teher 40, 67, 102, 108, 146, 224, 225,  
227, 228, 236, 239, 266, 267, 269, 281  
Hayabusa 17, 18, 88  
Hayabusa-2 17, 18, 88  
Helios 181, 184, 194  
Hélium-3 198, 199  
Hermes űrrepülőgép 265, 267, 268, 269  
Herzliya Science Center Space Lab 203, 211  
hiperszonikus jósági szám 248, 249  
Hiten holdszonda 225  
Hold-megállapodás 32  
Honvéd Vezérkar (HVK) Hadművelési  
Csoportfőnökség 12  
Hosszú menetelés 140, 148, 152, 154, 155, 157  
HOTOL űrrepülőgép 265, 268, 269, 278  
hőhatás elleni védelem 282  
hőterhelés 252, 253, 254, 263  
hővédő csempék 108, 249, 253, 254, 260, 261,  
266  
Hrusnyicev vállalat 124  
Hszicsang Műholdindító Központ 147, 148  
HTS műhold 289  
Hubble űrteleszkóp 74, 108, 256, 276

## I

IGS-Radar műhold 227, 228  
Ilan Ramon űrkonferencia 203, 207, 214, 218  
IMPACT törésmodellező kód 75  
Indiai Űregyesület 175  
indítóhelyet vízzel elárasztó rendszer (Launch  
Pad Water Deluge System) 255  
információs lokális háború 144  
infravörös sugármérő 286  
INSAT-1 és 2 nanoműholdak 165, 166, 170, 218  
InSight Mars-misszió 187  
INTERNATIONAL Gamma-Ray Astrophysics Labo-  
ratory 192  
Internet of Things (IoT) 190, 283, 289, 290  
Iridium-33 77  
iSpace 16  
Izraeli Nano-műhold Egyesület 207, 209, 218  
Izraeli Nemzeti Űrkutatási Bizottság 200  
Izraeli Társadalomtudományi és Bölcsészet-  
tudományi Akadémia 205

## J

Jaokan műholdak 158, 161  
Jericho-II ballisztikus rakéta 217  
jetpack 257, 258  
Jupiter Icy Moons Explorer 181  
Jüan Vang osztályú hajók 151

## K

Kaguya űrszonda 228  
Karachi 150  
kárfelölősségi egyezmény 31, 34, 71, 225  
kargili háború 170  
Kármán-vonal 274  
KA-SAT 303, 304  
Kaofen műholdak 152, 157  
kaszád-hatás 21  
Kelet Vörös-1 139  
Kennedy Űrközpont 102, 103, 104, 271  
Kessler-effektus *lásd* Kessler-szindróma 32,  
74, 76  
Kessler-szindróma 32, 74, 75, 76, 88  
Kínai Kommunista Párt 139, 161  
Kínai Nagy Fal Iparvállalat 151  
Kínai Tudományos Akadémia 153  
Kírameki-2 230  
Kiruna 151  
kiterjesztett röntgenfelismerés képalkotó távcső-  
ráccsal (eROSITA) 137  
KITSAT-1 225, 226, 227  
KITSAT-2 225, 226  
KNDK Űrszövetség 240  
kockaműhold (CubeSat) 81  
koorbitális műholdellenes fegyver 25  
Kopernikusz 55, 60, 61, 62, 63, 186  
kopenhágai iskola 15, 24  
Koreai Csillagászati és Űrkutatási Intézet 225  
Koreai Néphadsereg Stratégiai Rakétaerők 229,  
241, 242  
Koreasat-1 227  
Koreasat-2 227  
koronakilöklődés 64, 84  
Koszmosz-2251 77  
Kourou 67, 179, 181, 194  
kozmosz sugárzás elleni védelem 282  
Koszmosz-954 34, 75, 313  
kötélkérepülő *lásd* koorbitális 25, 112, 144,  
157, 159  
KSLV-II rakéta 229  
KSR-I 225, 226  
Kuiper projekt 289  
Kuo Sou-csing obszervatórium 153  
Kwangmyöngsöng-4 229

**L**

Lahore 150  
 lajstromozási egyezmény 31  
 LANDSAT 140  
 Légierő Kutató Laboratóriuma (Air Force Research Laboratory) 307  
 Légvédelmi és Űrvédelmi Operatív Stratégiai Parancsnokság 125  
 LISA úrinnovációs labor 190  
 LK *Írsd* Genfi Leszerelési Konferencia 121  
 Lockheed Martin 97, 105, 108, 115, 120  
 Louch-Olympe műhold 197  
 Luna-24 131  
 Luna-25 131  
 Lunar Gateway 110  
 Lunar X Prize 219  
 LUVVOIR 135

**M**

M-55 Geophysics 276  
 Magatartási Kódex 277  
 Magyarország Űrstratégiája 73  
 Make in India 168, 174  
 Malindi 150  
 Mangalján 164, 167  
 manipulátor- vagy robotkar 258  
 manőverhajtómű 251, 307  
 Mars Express 192  
 Mars-Hold Felfedező Projekt (MMX) 232  
 MASTER-8 program 79  
 M-code 111  
 Megha-Tropiques Misszió 192  
 megtévesztés 40, 47, 50, 94, 290, 297  
 Mengtian modul 154  
 mentési egyezmény 225  
 mikrohullámú berendezés 25  
 mikrohullámú sugázmérő 286  
 Mir űrállomás 123  
 Mir-2 űrállomás 123  
 Miyake-esemény 84  
 Moonlighter 306, 307  
 Musis 184  
 műholdelhárító fegyverek 25, 29, 30, 34, 74, 76, 88, 91, 111, 141, 144, 158, 170, 182, 204, 213  
 műholdpálya 281, 297  
 műveleti tér 7, 39, 41, 47, 48, 49, 93, 118, 144, 183, 188, 234, 293, 315, 317

**N**

Namíbia 149, 150  
 NanoRacks 110, 307

Naro Űrközpont 228  
 National Civil Space Policy 208, 210  
 NATO Alliance Ground Surveillance 49  
 NATO Communications and Information Agency 49  
 NATO Communications and Information Systems Group 49  
 NATO Űr Kiválósági Központ 43  
 NAVSTAR 50  
 négyes számú világűrpolitikai rendelet (SPD-4) 99  
 Négyoldalú Biztonsági Párbeszéd (Quadri-lateral Security Dialogue) 172, 173  
 Nemesis 190  
 Nemzeti Természeti Erőforráskezelési Rendszer 164  
 Nemzeti Űrtanács 92, 228  
 Nemzeti Védelmi Program Irányelvei 230  
 Nemzeti Világűr Tudásközpont 206, 217  
 Nemzetközi Holdkutató Állomás 132, 160  
 Nemzetközi Távközlési Egyesület 290, 301  
 Nemzetvédelmi és Fegyveres Erők Bizottsága 186  
 Network Battalion 65 (NB65) 309, 310  
 Neuquén 150  
 Nike Apache 163  
*no-first-use* politika 169  
 Northrop Grumman 97, 105, 109, 110  
 NPO Lavochkin 124

**O, Ó**

Oceansat-3 187  
 Ofeq-1 műhold 204, 206, 212, 216, 217  
 oldalsó vezérlőkarok (side stick) 258  
 OneWeb 81, 136, 289  
 Orienspace 153, 155  
 orientációs fúvóka 252, 258, 272  
 Orion űrhajó 108  
 Orosz Légi- és Űrerők 125, 126  
 Orosz Nemzetbiztonsági Katonai Stratégia 14, 20  
 Orosz Tudományos Akadémia Csillagászati Intézete 127  
 Orosz Tudományos Akadémia Űrtanácsa 122  
 Ohsumi műhold 224  
 OVERFLIGHT 296

**Ö, Ő**

Öböl-háború 90, 181  
 Öt Szem (Five Eyes) 186  
 Övezet és Űt kezdeményezés 157, 173



## P

P(Y) kód 50  
Palmachim légibázis 216  
PARASOL műhold 192  
Pej-tu 51, 152, 153, 157, 290  
Pentagon 101, 249, 314  
PicSat nanoműhold 187  
piropatron 258  
Pirsz dokkolófülke 123  
Pixxel 175  
Pleiad 184  
Poisk modul 123  
Power Space 198  
Prichal modul 109  
Progressz teherűrhajó 124, 137, 265  
Project Space Track 74  
PSLV rakéta 164

## Q

QUESS 158

## R

Radian Aerospace 276, 278  
Radian One 276  
Rafael Ltd. 208  
rakéatechnológiát ellenőrző rezsim 31  
Ramstein légibázis 43, 315  
Rasszvet modul 123  
Raytheon Technologies 105  
RD-180-as rakétahajtómű 108, 120, 270  
Remove Debris 83  
részleges atomcsend egyezmény 31  
részleges leszerelési rendszabályok 33  
Rio Gallegos 151  
RKK Energij 124  
Rocket Lab 109  
ROK Légierő Űrműveleti Egység 236  
Rolls-Royce 268, 269  
Rosetta 192  
RS-25 rakétahajtómű 249  
Ryugu 17, 18

## S, Sz

Sakti-misszió 170, 173  
Sakuntala műhold 175  
San Fransiscó-i békeszerződés 224  
SATAM 184  
SATRAN 296  
Saturn V 90, 155  
security through obscurity 302  
Senlung (Isteni Sárkány) 159, 161  
Sentinel műhold 62

Sentinellabs 304, 305  
Sentry Kockázat Táblázata (Sentry Risk Table) 87  
Shalom-misszió 215  
Shavit rakéta 217  
Shenzhou 155  
Sicsien 154, 157, 158, 161  
Sijen 161  
Sicral 184  
Sierra Nevada Corporation 97, 105, 271, 272, 273  
siklopálya 258, 259  
Skyroot 175  
Sloshsat-FLEVO 218  
SLV rakéta 164  
Solar Orbiter 187  
Solwind-P78 29  
SPARTA mátrix (Space Attack Research and Tactic Analysis) 307  
SpaceShipOne 274, 275, 277  
SpaceShipTwo 275, 276, 277  
Space Shuttle *lásd* űrsikló 28, 108, 249, 250, 252, 253, 255, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 268, 269, 271, 272, 276, 277  
SpaceCom 98, 207, 208, 216, 313, 317  
SpaceX 16, 37, 66, 76, 81, 97, 104, 105, 108, 109, 120, 137, 138, 162, 168, 211, 216, 271, 273, 278, 285, 306, 314  
spektrométer 167, 286  
Spektr-RG 137  
Spektr-UV 131, 133  
Standard SM-3 rakéta 30  
Starlink hálózat 37, 63, 76, 81, 111, 161, 288, 289, 314, 315  
Starship 109  
stratégiai autonómia 54, 65, 67, 68, 128, 182, 199  
Stratégiai Iránytű 55  
Swakopmund 149  
Swarm Technologies 12  
swarming 21  
Syracuse 184, 195  
Szaljut-7 28, 165  
Szaljut-7 úrállomás 28, 165  
szármosság növelése 40  
Sztatis Dhavan Űrközpont 163  
széttelepítés 40  
Szojuz rakéta/űrhajó 67, 123, 124, 125, 127, 137, 194  
Szojuz-TMA 124  
Szövetséges Összhaderőnemi Légi és Űrműveleti Doktrína (AJP-3.3) 44

Szputnyik 24, 69, 74, 90  
szürke zónás művelet 34, 94, 146  
Sz-XXI 276, 277

## T

Tajjüan Műholdindító Központ 147, 148  
Tanegashima Űrközpont 224  
TAROT teleszkóp 196  
távérzékelés 13, 17, 22, 130, 142, 164, 204,  
211, 230, 282, 284, 306  
Technoin Repülőgép-mérnöki Kar 208  
Tel-Avivi Egyetem 208, 217, 218  
Tenacity 273, 277  
Terra-3 incidens 30  
TEVEL program 222  
The Aerospace Corporation 75, 307  
Thor-Ablestar rakéta 74  
Thrisna-misszió 192  
Tienkung űrállomás (Mennyei Palota) 140,  
154, 156  
Tiencsou űrhajó (Mennyei Hajó) 152, 155  
Tienho modul 155, 156  
Tienlien műholdak 157  
TSMC 106  
TsSKB-Progressz vállalat 124  
Tudományos, Technológiai és Űrminisztérium  
211

## U, Ú

Újdelhi Nyilatkozat 186  
Ultraviolet Explorer (TAUVEX) 218  
Unha-2 241  
Unha-3 229  
United Rocket and Space Corporation 124  
USA-193 30  
USS Eire Lake 30

## Ü, Ű

Űrműveleti Erő 234  
Űrműveleti helyzetkép 293, 296  
Űrműveleti Munkacsoport 43  
Űrpolitikai Kutatóközpont 229  
Űrprioritások Keretrendszere 93  
űrsikló 28, 30, 75, 84, 98, 107, 108, 112, 140,  
214, 218, 249, 262, 268, 270  
űrszemét 5, 8, 16, 25, 32, 63, 64, 69, 70, 71,  
72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 82, 83, 84, 85, 86,  
87, 88, 170, 171, 173, 198, 204, 234, 316

űrtevékenységre vonatkozó magatartási kódex  
277

űrtörmelék 46, 70, 72, 77, 84, 88, 170  
űrgrás 270, 274, 275

## V

Vandenberg 103, 104  
Védelmi Űrkutató Ügynökség 169  
Védelmi Űrstratégia 55, 93  
Védelmi Űrügynökség 169, 170  
Vega rakéta 67, 181  
VEN $\mu$ S nagy felbontású és szuperspektrumú  
műhold 214  
Venyera-D 132  
Venus Express 192  
Véronique N1 178  
Viasat 303, 304, 305  
Világűr-megfigyelés, világűr-helyzetismeret 43,  
45, 46, 47, 55, 56, 63, 65, 78, 11, 112  
Világűrszerződés 14, 31, 32, 71, 138, 277, 313  
Virgin Galactic 275  
Vosztocsnij 130, 133  
VPNFilter 305

## W

Washingtoni Szerződés 42  
Wassenaari megállapodás 31  
Wenchang Űrkikötő 147, 148, 154, 155  
Wentian modul 156  
WeTrack 190  
Whipple-pajzs 82  
Wise Observatórium 217

## X

X-15 kísérleti repülőgép 248, 253  
X-37B 30, 104, 113, 270, 271, 274, 277  
XMM-Newton 192

## Y

Yoda-program 185, 197  
YourAnonTV 309

## Z

Zarja vezérlőmodul 123  
Zeitenwende 55  
Zvezda kiszolgálómodul 123

*Készítette: Edl András és Seprényi Patrik*

# Alkalmazott rövidítések jegyzéke/ Subject-Related Abbreviations

- 3SAS – Strategic Space Situational Awareness System; szövetségi stratégiai űrhelyzet-értékelési rendszer 315
- A2/AD – Anti-Access/Area Denial; hozzáférést gátló/területmegtagadó 144, 145
- AAE – Armée de l’Air et de l’Espace/French Air and Space Force; (francia) légi és űrhaderő 185
- ABMT – Anti-Ballistic Missile Treaty; a ballisztikusrakéta-elhárító rakétákról (ABM) szóló egyezmény 31, 122
- ADEPT – Aerospace Debris Environment Projection Tool; űrszemét-környezeti előrejelző eszköz 77
- ADR – Active Debris Removal; aktív (űrszemét-) eltávolítás 82
- AFSC – Air Force Space Command; az Egyesült Államok Légierőjének Űrparancsnoksága 98
- AGS – Alliance Ground Surveillance; Szövetségi Földfelszíni Felderítő Rendszer 49
- APRSF – Asia-Pacific Regional Space Agency Forum; Ázsia-Csendes-óceáni Regionális Űrügynökségi Fórum 225, 226
- APSS – Alliance Persistent Surveillance from Space; szövetségi űrmelegfigyelési és helyzetértékelési rendszer 315
- ARES – Action et résilience spatiale; űrbéli cselekvés és rugalmasság 196
- ASAT – anti-satellite weapon; műholdelhárító fegyver 29, 30, 74, 75, 76, 77, 91, 111, 141, 145, 157, 158, 159, 163, 170, 204
- ASI – Agenzia Spaziale Italiana/Italian Space Agency; Olasz Űrügynökség 214, 215
- ASRI – Asher Space Research Institute; Asher Űrkutató Intézet 208
- ATV – Automated Transfer Vehicle; automatizált szállítóeszköz 180
- BACCC – Beijing Aerospace Command and Control Center; Pekingi Űrrepülésirányító Központ 146
- Bi-SC Space WG – Bi-Strategic Command Space Working Group; Közös Stratégiai Parancsnoksági Űrműveleti Munkacsoport 43
- BITD – Base industrielle et technologique de défense; Védelmi Ipari és Technológiai Bázis 190, 191
- BMDO – Ballistic Missile Defense Organization; Ballisztikus Rakétavédelmi Szervezet 75
- C/A Code – Coarse Acquisition (or „civilian access”); civil hozzáférésű/nyilvános kód 50
- C2 – Command and Control; vezetés és irányítás 105, 118, 126, 185, 189, 190, 197, 215
- CA – Collision Avoidance; ütközések elkerülése (előrejelzése) 64, 79, 81, 83
- CapTechs – Capability Technology Groups; Képesség Technológiai Csoportok 64
- CAS – Chinese Academy of Sciences; Kínai Tudományos Akadémia 153
- CASC – China Aerospace Science and Technology Corporation; Kínai Repüléstudományi és Technológiai Társaság 143, 151, 152, 153, 155
- CASIC – China Aerospace Science and Industry Corporation; Kínai Repüléstudományi és Ipari Társaság 143, 152, 153
- CAST – China Academy of Space Technology; Kínai Űrtechnológiai Akadémia 152, 153, 158
- CCTC – Commercial Crew Transportation Capability; kereskedelmi személyszállítási képesség 273
- CD – Conference on Disarmament; Leszerelési Konferencia (LK) 121, 122
- CDE – Commandement de l’Espace; Űrparancsnokság 182, 185, 190, 192, 193, 197, 198
- CERN – Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire; Európai Nukleáris Kutatási Szervezet 136
- CFOSAT – Chinese-French Oceanography Satellite; kínai-francia oceanográfiai műhold 187
- CIA – Central Intelligence Agency; Központi Hírszerző Ügynökség 97, 200
- CLAS – Centimeter-Level Augmentation Service; Centiméteres szintű pontosságnövelő szolgáltatás 233
- CLTC – China Satellite Launch and Tracking Control General; Kínai Műholdindító és Követő Szabályozási Szervezet 151
- CMOS – Centre militaire d’observation par satellites; űrhelyzet-felismerési központ 185

- CNES – Centre National d'Études Spatiales; Nemzeti Űrkutatási Központ 178, 179, 181, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 214
- CNRS – Centre National de la Recherche Scientifique; Nemzeti Tudományos Kutatóközpont 181
- CNSA – China National Space Administration; Kínai Nemzeti Űrügynökség 140, 143, 153
- CO – co-orbital; koorbitális 25
- CoE – Center of Excellence; Kiválósági Központ 43, 193
- CoHGI – Common Hub for Governmental Imagery; Közös Kormányzati Képpalkotói Központ 66
- COPUOS – United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space; Világűr-bizottság (az ENSZ a világűr békés célú felhasználásával foglalkozó bizottsága) 33, 70, 213, 214, 313
- CORDS – Center for Orbital and Reentry Debris Studies; Föld Körüli Pályára Kerülő és Visszatérő Törmelékkel Foglalkozó Központ 76
- CSA – Canadian Space Agency; Kanadai Űrügynökség 110, 123
- CSG – Centre Spatial Guyanais; Guyanai Űrközpont 67, 179, 194
- CSO – Composante Spatiale Optique; francia optikai Föld-megfigyelő műholdprogram 184, 194, 195
- CSpO – Combined Space Operations; többnemzeti űrműveletek 186
- CST – Centre Spatial de Toulouse; Toulouse-i Űrközpont 185, 191
- DA – Direct Ascent; közvetlenül célra repülő (rakéták) 111, 141, 144, 158
- DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency; USA Védelmi Minisztériumának közvetlenül alárendelt, kutatásokért felelős ügynöksége 106, 114, 115, 271, 278
- DART – Debris Analysis Response Team; Űrszemét-elemző Reagálócsoport 77
- DART – Double Asteroid Redirection Test; ketős aszteroida-átirányítási teszt 87, 88
- DefSpace – Mission Defense Space; Űrvédelmi Küldetés 171
- DCM – Deployable Communications and Information Systems Module; tábori telepíthető híradószázad 49
- DG DEFIS – Directorate-General for Defence Industry and Space; Védelmi és Űripari Főigazgatóság 61
- DIA – Defense Intelligence Agency; Védelmi Hírszerző Ügynökség 94, 121
- DIRISI – Direction Interarmées des Réseaux d'Infrastructure et des systèmes d'information/Joint Directorate of Infrastructure Networks and Information Systems; Infrastruktúrahálózatok és Információs Rendszerek Közös Igazgatósága 189
- DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt /German Aerospace Center; Német Repülési és Űrhajózási Hivatal 136, 214, 215, 271
- DoC – Department of Commerce; Kereskedelmi Minisztérium 113, 158
- DoD – Department of Defense; Védelmi Minisztérium 93, 94, 97, 99, 102, 147, 149
- DoSA – Defence of Space Assets; űreszközök védelme 66
- DPS – (Space) Data, Products and Services; űradatok, adattermékek és szolgáltatások 44
- DRACO – Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations; nukleáris meghajtású rakéta 115
- DRM – Direction du Renseignement Militaire; katonai hírszerzés 189
- ECSL – European Centre for Space Law; Európai Világűrjogi Központ 70
- EDA – European Defence Agency; Európai Védelmi Ügynökség 62, 64
- EDF – European Defence Fund; Európai Védelmi Alap 61, 62, 64, 65
- EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service; Európai Geostacionárius Navigációs Lefedési Szolgáltatás 55, 60, 61, 62
- EMP – Electromagnetic Pulse; elektromágneses impulzus 26, 27, 195
- EO – Earth Observation; Föld-megfigyelés 56
- EOL – End of Life; élettartam végi 83
- EOSDIS – Earth Observing System Data and Information System; a NASA Föld-megfigyelő adat- és információs rendszerének izraeli csomópontja) 217
- ESA – European Space Agency; Európai Űrügynökség 57, 59, 75, 79, 120, 167, 179, 180, 186, 214, 218, 267, 271
- EU – European Union; Európai Unió 56, 57, 58, 59, 60, 61, 67, 71, 75, 78, 79, 84, 85, 87, 88, 109, 110, 120, 123, 132, 133, 137, 150, 165, 167, 179, 180, 181, 186, 187, 192, 214, 218, 242, 267, 268, 269, 271, 285, 316
- EU GovSatCom – European Union Governmental Satellite Communications; az Európai



- Unió Kormányzati Műholdas Kommunikáció programja 55, 60, 62, 63
- EURAS – EU Radio Navigation Solution; EU Rádiónavigációs Megoldás 65
- EUSPA – European Union Agency for the Space Programme; az Európai Unió Űrprogram-ügynöksége 60, 61, 73
- EU-SSA-N – European Military Space Surveillance Awareness Network; Európai Katonai Világűrmegefigyelési Hálózat 64, 65
- EWR – Early Warning Radar; korai előrejelző radar 74
- FG – Fragmentation Analysis; fragmentálódási analízis 79
- FOBS – Fractional Orbital Bombardment System; részleges orbitális pályájú csapásmérő fegyverrendszer 159
- FSO – Free-Space Optical Communications; szabadtéri optikai kommunikáció 289
- GCD – General and Complete Disarmament; általános és teljes leszerelés 33
- GEO – Geostationary Earth Orbit; geostacionárius Föld körüli pálya 29, 32, 102, 165, 185, 198, 208, 281, 292, 297, 313
- GIS – Geographic Information System; Földrajzi Információs Rendszer 291
- GLONASS – Globalnaja Navigacionaja Szputnyikovaja Szisztéma; Globális Navigációs Műhold Rendszer 51, 126, 130, 290
- GNSS – Global Navigation Satellite System; Globális Navigációs Műholdas Rendszer 294, 309
- GPS – Global Positioning System; globális lefedettségű helymeghatározó, navigációs és időmeghatározó rendszer 17, 37, 43, 50, 51, 52, 61, 78, 90, 96, 101, 111, 157, 233, 281, 283, 290, 291, 294
- GRU – Glavnoje razvedivatjelnoje upravlenyje; Felderítő Főcsoportfőnökség (Oroszország katonai hírszerző szolgálata) 305
- GSSAP – Geosynchronous Space Situational Awareness Program; Geoszinkron Világűr-helyzetismeret Program 112, 313
- HEO – High Earth Orbit; magas Föld körüli pálya 180
- HSL – Herzliya Space Laboratory; Herzliya Űrlaboratórium 211
- HTS – High Throughput Satellite; nagy adatátviteli képességgel bíró műhold 289
- IADC – Inter-Agency Space Debris Coordination Committee; Űgynökségek közti Űrszemét Koordinációs Bizottság 75, 76, 80, 81
- IAF – International Astronautical Federation; Nemzetközi Asztronautikai Szövetség 229, 239
- IAI – Israel Aerospace Industries; Izraeli Űrhajózási Vállalat 205, 206, 208, 215, 216, 217
- ICAO – International Civil Aviation Organization; Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet 239
- ICRC – Israel Cosmic Ray Center; Izraeli Koszmikus Sugár Központ 217
- IDF – Israel Defense Forces; Izraeli Védelmi Erők 201, 202, 203
- ILA – International Law Association; Nemzetközi Jogi Egyesület 70
- ILRS – International Lunar Research Station; Nemzetközi Holdkutató Állomás 132, 160
- IMO – International Maritime Organization; Nemzetközi Tengerészeti Szervezet 239
- INCOSPAR – Indian National Committee for Space Research; Indiai Űrkutatási Szervezet 163
- INLSE – Israel Network for Lunar Science and Exploration; Izraeli Hold-felfedező Tudományos Kutatóhálózat 219
- INSA – Israeli Nano Satellite Association; Izraeli Nanoműhold Egyesület 209, 218
- INSAT – Indian National Satellite System; Indiai nemzeti műholdrendszer 165, 170
- IN-SPACe – Indian National Space Promotion and Authorisation Centre; Indiai Nemzeti Űripar-támogatási és Felügyeleti Központ 174
- IoT – Internet of Things; dolgok internete 190, 283, 289, 290
- IRIS2 – Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite; ellenálló képességet, összekapcsolhatóságot és biztonságot szolgáló infrastruktúra; más néven Biztonságos Kapcsolat (Secure Connectivity) 55, 63
- IRNSS – Indian Regional Navigation Satellite System; Indiai Regionális Navigációs Műholdrendszer 51, 170
- IRS – Indian Remote Sensing; indiai távérzékelő műhold 164
- ISA – Israel Space Agency; Izraeli Űrügynökség 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221
- ISA-MEIDA – Israel Space Agency — Middle East Interactive Data Archive; az Izraeli Űrügynökség közel-keleti interaktív adatarchívuma 217
- ISAS – Institute of Space and Astronautical Science; Űrkutatási és Űrhajózási Intézet 224



- ISI – ImageSat International; térinformációs és térinformatikai megoldások nemzetközi szolgáltatója 208
- ISpA – Indian Space Association; Indiai Űregyesület 175
- ISRO – Indian Space Research Organisation; Indiai Űrkutatási Szervezet 21, 162, 163, 176, 214, 218
- ISS – International Space Station; Nemzetközi Űrállomás 17, 30, 77, 82, 83, 91, 107, 109, 110, 123, 124, 127, 128, 129, 136, 137, 141, 156, 170, 174, 258, 267, 268, 271, 272, 273, 275, 276, 306, 307, 317
- ITU – International Telecommunication Union; Nemzetközi Távközlési Egyesület 290, 301
- JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency; Japán Űrkutatási Ügynökség 17, 18, 34, 123, 173, 187, 227
- KARI – Korea Aerospace Research Institute; Koreai Űrkutatási Intézet 225, 226
- KASS – Korea Augmentation Satellite System; koreai műholdas pontosság-növelő rendszer 229
- KLEP – Koreai Holdkutató Programot 228
- KPLO – Korea Pathfinder Lunar Orbiter; koreai Pathfinder Hold körül keringő műholdrendszer 229
- KPS – Korean Positioning System; koreai helymeghatározó rendszer 235
- KSC – Kennedy Space Center; Kennedy Űrközpont 102, 103, 104, 271
- LEO – Low Earth Orbit; alacsony Föld körüli pálya 21, 63, 68, 69, 72, 74, 75, 77, 80, 81, 83, 86, 101, 110, 158, 159, 164, 165, 180, 207, 217, 222, 263, 266, 276, 281, 288, 297, 302, 312, 313, 318
- LoE – Lines of Effort; törekvési irányok 93
- LRBA – Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamiques; Ballisztikai és Aerodinamikai Kutatólaboratórium 178
- M2M – Machine to Machine; gépek közötti IP alapú kapcsolat 283, 287
- MEIDEX – Mediterran Israeli Dust Experiment; mediterrán izraeli (sivatagi) por-kísérlet 218
- MEO – Medium Earth Orbit; közepes Föld körüli pálya 180, 281
- METOC – Meteorology and Oceanography Center; Meteorológiai és Oceanográfiai Központ 51, 297
- MIP – Military Intelligence Program; Katonai Hírszerző Program 97
- MOM – Mars Orbiter Mission; Mars-misszió 164, 167, 169, 174, 187
- MSS – Mobile Satellite Services; mozgásban lévő műholdas szolgáltatások 287
- MTCR – Missile Technology Control Regime; Rakéatechnológiai Ellenőrzési Rendszer 31, 32
- NASA – National Aeronautics and Space Administration; Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal 7, 15, 16, 21, 28, 30, 57, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 82, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 96, 98, 99, 102, 103, 104, 107, 109, 110, 114, 117, 120, 123, 125, 132, 134, 137, 140, 143, 166, 169, 170, 173, 187, 192, 207, 214, 215, 217, 218, 219, 229, 248, 249, 258, 261, 262, 263, 264, 271, 273, 278, 310, 317
- NASDA – National Space Development Agency of Japan; Japán Nemzeti Űrfejlesztési Ügynökség 224
- NATO – North Atlantic Treaty Organization; Észak-atlanti Szerződés Szervezete 5, 7, 8, 13, 16, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 65, 66, 67, 189, 193, 283, 292, 293, 295, 296, 308, 309, 310, 315
- NATO ACO – NATO Allied Command Operations; NATO Szövetséges Műveleti Parancsnokság 43
- NATO ACT – NATO Allied Command Transformation; NATO Szövetséges Transzformációs Parancsnokság 43
- NATO NAC – NATO North Atlantic Council; Észak-atlanti Tanács 42, 315
- NATO SC – NATO Space Center; NATO Űrközpont 43, 315
- NavIC – Navigation with Indian Constellation; indiai navigációs műholdrendszer 51
- NAVWAR – Navigation Warfare; katonai navigációs műveletek 51, 295
- NCSR – Israel National Committee for Space Research; Izraeli Nemzeti Űrkutatási Bizottság 200, 206
- NDS – National Defense Strategy; Nemzeti Védelmi Stratégia 93
- NDSA – National Defense Space Architecture; Nemzeti Védelmi Űrarchitektúra 101, 102
- NEA – Northeast Asia; Északkelet-Ázsia 9, 223, 226, 227, 230, 233, 242, 243, 318
- NEO – Near Earth Objects; földközeli (természetes) objektumok 63, 65, 79, 86, 87, 217
- NIC – National Intelligence Council; Nemzeti Hírszerzési Tanács 116
- NIP – National Intelligence Program; Nemzeti Hírszerző Program 97
- NORAD – North American Aerospace Defense Command; Észak-amerikai Légtérvédelmi Parancsnokság 74



- NRO – National Reconnaissance Office; Nemzeti Felderítő Hivatal 97, 99, 104, 108, 109
- NSA – National Security Agency; Nemzetbiztonsági Ügynökség (USA) 97, 305
- NSC – National Space Council; Nemzeti Űrtanács 92, 228
- NSD – Network Systems Department; Hálózati Rendszerek Osztálya 145, 146, 149
- NSIL – NewSpace India Limited; az indiai kormány állami szektorbeli vállalkozása, amely az Űrügyi Minisztérium alá tartozik 174
- ODMSP – Orbital Debris Mitigation Standard Practices; az űrszemét csökkentését célzó szabványos eljárások 76
- OISL – Optical Inter-Satellite Links; műholdak közötti optikai összeköttetések 101
- ODPO – Orbital Debris Program Office; Űrszemét Program Hivatala 75
- OSI – Open Systems Interconnection; nyílt rendszerek összekapcsolása 301
- OST – Outer Space Treaty; Világűrszerződés 14, 31, 32, 71, 138, 212, 277, 313
- OSTP – Office of Science and Technology Policy; Tudomány- és Technológiapolitikai Hivatal 91
- OTV – Orbital Test Vehicle; orbitális tesztjármű 270
- (C)TBT – Partial (Comprehensive) Nuclear-Test-Ban Treaty; Részleges (Teljes körű) Atomcsend Egyezmény 31
- PAROS – Prevention of an Arms Race in Outer Space; fegyverkezési verseny megelőzése a világűrben 32
- PDM – Partial Disarmament Measures; részleges leszerelési intézkedések 33
- PESCO – Permanent Structured Cooperation; Állandó Strukturált Együttműködés 64, 65, 66
- PHA – Potentially Hazardous Asteroid; potenciálisan kockázatos aszteroida 87
- PMD – Post-Mission Disposal; űreszközök küldetés utáni ártalmatlanítása 83
- PNT – Positioning, Navigation, Timing; helymeghatározás, navigáció és időmeghatározás 56, 61, 64, 111, 157, 233, 294, 295
- PPP – Public-Private Partnership; köz- és magánszféra közötti partnerség 175, 176, 205
- PRS – Public Regulated Service; kormányzati ellenőrzésű szolgáltatás 61, 65
- PSLV – Polar Satellite Launch Vehicle; Poláris Műholdindító Hordozórakéta 164
- QZSS – Quasi-Zenith Satellite System; Kvázi-Zenitális Műholdrendszer (Japán navigációs műholdrendszer) 228, 233
- RCC – Reinforced Carbon-Carbon; szén-szál-szénszál fenol matricájú, többrétegű kompozit szövet 253, 254, 261
- RE – Re-Entry Analysis; visszatérési analízis 79
- RISAT – Radar Imaging Satellite; radaros képalakító (felderítő)műhold 170
- Roszkoszmosz – Orosz Szövetségi Űrügynökség 120, 122, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133, 137, 138, 267, 309, 310, 317
- RMA – Revolution in Military Affairs; hadügyi forradalom 203
- RSR – Rohini Sounding Rocket; Rohini szuborbitális kutatórakéta 163
- SAR – Synthetic-aperture radar; szintetikus apertúrájú radar 158, 173
- SATCOM – Satellite Communications; műholdas távközlés 41, 43, 48, 49, 52, 60, 62, 63, 208, 286, 293, 294, 295, 305
- SaTReC – Satellite Technology Research Center; Műholdtechnológiai Kutatóközpont 225, 226, 227
- SBIRS – Space-Based Infrared System; űrbe telepített infravörös figyelőrendszer 52, 111
- SC – Space Control; űrműveleti főlény 45, 46
- SCWG – Space Cooperation Working Group; Űrügyi Együttműködési Munkacsoport 232, 237
- SDA – Space Domain Awareness; Átfogó Világűrtartomány-ismeret 46
- SDA – Space Development Agency; Űrfejlesztési Ügynökség 100, 101, 102
- SDF – Self-Defense Forces; Japán Önvédelmi Erők 232, 234
- SDI – Strategic Defense Initiative; Stratégiai Védelmi Kezdeményezés (csillagháborús terv) 90, 98, 118, 198, 277
- SEW – Shared Early Warning; megosztott korai előrejelzés 52, 296
- SFE – Space Force Enhancement; Űrműveleti támogatás 43, 44, 45, 47, 51, 52, 53
- SGDSN – Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale; Védelmi és Nemzetbiztonsági Főtitkárság 191
- SLAS – Sub-metre Level Augmentation Service; Méter alatti szintű pontosságnövelő szolgáltatás 233
- SLF – Shuttle Landing Facility; űrrepülőgépek leszállópályája 104, 271
- SNC – Sierra Nevada Corporation; Sierra Nevada Vállalat 97, 105, 271, 272, 273
- SPD-4 – Space Policy Directive-4; 4. számú világűrpolitikai rendelet 99
- SpOC – Space Operations Command; Űrműveleti Parancsnokság 99, 100

- SSA – Space Situational Awareness; világűr-helyzetismeret (űrbeli tárgyak elhelyezkedésének megfigyelése) 45, 46, 55, 63, 64, 65, 78, 79, 82, 158, 171, 195, 229, 232, 233, 234, 237, 243
- SSC – Space Systems Command; Űrrendszerek Parancsnoksága 99, 100, 307
- SSC – Swedish Space Corporation; Svéd Űrvállalat 151
- SSD – Space Services Department; Űrrendszerek Osztálya 145, 146
- SSF – Strategic Support Force; Stratégiai Támogató Erő 141, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 151, 155, 158
- SSN – Space Surveillance Network; a világűrt figyelő katonai hálózat 105, 113
- SSO – Sun-synchronous orbit; Föld körüli napszinkron 164, 297
- SST – Space Surveillance and Tracking; űrfelügyelet és nyomon követés (ember által készített tárgyak) 63, 79, 80, 82
- SSTO – single-stage-to-orbit; fokozatok nélküli fel- és leszállásra képes űrrepülőgép 276
- STARCOM – Space Training and Readiness Command; Űrkiképzési és Készenléti Parancsnokság 99, 100
- STM – Space Traffic Management; űrforgalom-irányítási kapacitás 171
- STS – Space Transportation System; űrszállítási rendszer 232, 249, 263, 272
- SWO – Space Weather Observation; űridőjárás-megfigyelés 63, 79, 84
- TARANIS – Tool for the Analysis of Radiation from lightnings and Sprites; Villámok és kőfénykísülések elemzésére szolgáló eszköz 187
- TED – Transient Electromagnetic Disturbance; átmeneti elektromágneses zavarok 43, 182
- TERLS – Thumba Equatorial Rocket Launching Station; Thumba Egeynlítői Rakétaállomás 163
- TOP – Test Operations Procedure; tesztelési műveleti eljárás 27
- UCS – Union of Concerned Scientists; Aggódo Tudósok Egyesülete 79, 111
- UCTs – Uncorrelated Tracks; korreláció nélküli pályák 77
- ULA – United Launch Alliance; amerikai repülőgépgyártó, védelmi ipari és rakétaindítási szolgáltató 105, 108
- UNIDIR – United Nations Institute for Disarmament Research; az ENSZ Leszerelési Kutatóintézete 32, 33
- UNODA – United Nations Office for Disarmament Affairs; az ENSZ Leszerelésügyi Hivatala 34
- UNOOSA – United Nations Office for Outer Space Affairs; az ENSZ Világűr Hivatala 34, 119, 127, 210, 213, 214, 219
- US SPACECOM/USSC – United States Space Command; az Egyesült Államok Űrparancsnoksága 98, 100, 317
- USAF – United States Air Force; az Egyesült Államok Légierője 12, 19, 30, 74, 98, 271
- USSF – United States Space Force; az Egyesült Államok Űrereje 5, 14, 90, 91, 93, 95, 97, 99, 102, 103, 105, 107, 109, 111, 113 234, 307
- VKS – Russian Aerospace Force; orosz Légi- és Űrerők 125
- XS – Experimental Spaceplane; kísérleti űrrepülőgép 271, 277

*Készítette: Gazdag Erika és Seprényi Patrik*

ISBN 978 963 327 965 6

Könyvszerkesztőség-vezető: Eisrichné Schubert Andrea

Vezető szerkesztő: Kiscelli Piroska

Szerkesztő: Fodor Veronika

Nyelvi lektor és szerkesztő: Eszes Boldizsár

Vezető tördelő: Kiss Fanni Flóra

Tördelő: Péntes Bettina

Az ábrákat készítette: Drótos Szilvia, Földi Balázs, Győri László, Schlachter Stefánia

Műszaki szerkesztő: Gróf István

Nyomdai kivitelezés:

HM Zrínyi Geoinformációs és Toborzástámogató Közhasznú Nonprofit

Korlátolt Felelősségű Társaság, Kreatív Tervező és Sokszorosító Igazgatóság

Felelős vezető: Pásztor Zoltán igazgató