

# I. Bevezetés

Már a legritimvebb emberi közösségeknek szükségük volt arra, hogy információt juttassanak el nagyobb távolságokra. Erre hosszú évezredekig két információhordozó, a hang és a fény állt az emberiség rendelkezésére. Az utóbbi gyorsabban és messzebbre terjed, az előbbinek viszont kevésbé állnak útjába a különféle akadályok.

Az elektromosság és annak mágneses hatásának felismerése után sokan próbáltak valamilyen elektromos távközlési rendszert kidolgozni.

A műholdas kommunikáció gondolata először a *Téglahold* című novellában jelent meg, amelyet egy amerikai pap, Edward Everett Hale írt, és amelyet a *The Atlantic Monthly* folyóiratban tett közzé 1869–70-ben. A történet leírja a 60 méter átmérőjű és téglából készült műhold felépítését és Föld körüli pályára állítását. A téglahold segítette a tengerészeknek a navigációban úgy, hogy az emberek morzekódokat küldtek a „műholdra”, amelyek visszapattantak a műhold felületén.

A későbbiekben is több szerző foglalkozott mesterséges holdakkal, de a mai értelemben vett geostacionárius műholdakról a 27 éves Arthur C. Clarke 1945 októberében a *Wireless World* folyóiratban közzétett „Extra-Terrestrial Relays: Can Rocket Stations Give World-wide Radio Coverage?” című írásában értekezett. Az űrkorszak hajnalán megjelent írásban Clarke olyan rádióállomás elhelyezését javasolta az űrben, amely a Föld középpontjától számított 42 000 km-re helyezkedik el az Egyenlítő síkjában, és amelynek keringési ideje 24 óra, így továbbítani képes a földfelszín két pontja közötti adásokat. Kifejtette azt is, hogy három, egyenlő távolságra elhelyezett mesterséges hold teljes globális lefedettséget tud biztosítani.

A Szputnyik-1-gyel és az azt követő mesterséges holdakkal az elmélet megvalósulni látszott. A műholdas kommunikáció forradalmi változást hozott a távközlésben, lehetővé tette a földrészek közötti kapcsolat kiszélesítését, és új lehetőséget biztosított a tudomány és az emberek közötti kapcsolat számára. Az új távközlési alkalmazások a műholdak pályapozíciójára, felhasználási lehetőségeire is óriási hatást gyakoroltak. Más bolygók elérése és a műholdas összeköttetés lehetősége elképzelhetetlen fejlődést eredményezett az aerodinamika, a mechanika és a távközlési eszközök terén.

A műholdas kommunikáció a műholdak használatát jelenti a kapcsolatok biztosítására a Föld különböző pontjai között. A műholdas kommunikáció létfontosságú szerepet játszik a globális távközlési rendszerben. Körülbelül 2600 aktív műhold van, amelyek a Föld körül keringenek analóg és digitális jelekkel, amelyek hangot, videót és adatokat közvetítenek világszerte egy vagy több helyre.

A műholdas rendszerek hang-, adat- és műsorszórási szolgáltatásokat nyújtanak széles körű, gyakran globális lefedettséggel a nagy mobilitású felhasználók, valamint a rögzített helyek számára. Alapvető architektúrájuk megegyezik a celluláris rendszerekkel, azzal a különbséggel, hogy a bázisállomások a Föld körül keringő műholdak.

A műholdas technológia fejlődése olyan szolgáltatási ágazatot hozott létre, amely különféle szolgáltatásokat kínál a műsorszolgáltatók, internetszolgáltatók (ISP), kormányok, katonaság és egyéb szektorok számára. A műholdak háromféle kommunikációs szolgáltatást nyújtanak: telekommunikáció, műsorszórás és adatkommunikáció. A telekommunikációs szolgáltatások magukban foglalják a telefonhívásokat és a telefonszolgáltatóknak, valamint a vezeték nélküli, mobil- és mobiltelefon-szolgáltatóknak nyújtott szolgáltatásokat.

A műsorszórási szolgáltatások magukban foglalják a rádiót és a televíziót, amelyet közvetlenül a fogyasztónak nyújtanak, valamint a mobil műsorszórási szolgáltatásokat. A DTH vagy műholdas televíziós szolgáltatásokat (például hazánkban a DIGI és a Magyar Telekom műholdas szolgáltatásait) közvetlenül a háztartások veszik igénybe. A kábel- és hálózati programozást nagyrészt műholdas úton juttatják el a helyi állomásokhoz és a kapcsolt vállalkozásokhoz. A műholdak fontos szerepet játszanak a mobiltelefonok és más mobil eszközök, például a személyes digitális asszisztensek és a laptopok programozásának kézbesítésében is.

Nincs űrkutatás űrtávközlés nélkül. A műholdak, űrhajók, de a nemzetközi űrállomás pályára állításához, a velük való kommunikációhoz, az általuk nyert adatok visszaküldéséhez elengedhetetlen egy korlátos erőforrás, a frekvencia használata. A másik oldalról azonban az űrkutatás eredményeként jött létre az űrtávközlés, és az elmúlt hatvan évben teret nyert a mindennapi életünkben.

Az űrtávközlés kezdeti lépései egyben kiindulópontul szolgáltak a műszaki haladásnak és az óriási ütemű fejlődésnek, amelyben az egyik fő mozgatórugó a világrendszerek versenye volt. A műholdas kommunikáció ablakot nyitott a világra, és lehetővé tette a rádiótávközlés globalizálását, valamint teljesen új alkalmazások megjelenését.

Jelen kötetben ennek a fejlődésnek egyes állomásait, a műholdas rendszerekkel megvalósuló rádiótávközlés működésének és ezzel összefüggésben a frekvencia-gazdálkodásnak az alapjait, a rádiórendszerek együttélésének biztosítását szolgáló nemzetközi frekvenciakoordináció szabályait, a hazai mérőszolgálati tevékenységet kívánjuk bemutatni. Kitérünk továbbá az űrtávközlés nemzetközi jogi összefüggéseire, az űrhadviselésre és a fejlődés várható irányaira is.

Az űrhadviselésnek szentelt fejezetünk ízelítőt ad többek között az űrfegyverkezési verseny történetéből is. A hadászati verseny teremtette meg azt a politikai és pénzügyi támogatást az űrkutatáshoz, ami nélkül, csak a piaci szereplőkre alapozva, sokkal nehezebben jutott volna hozzá az emberiség. A katonai űrfelderítés eredményei a meteorológia, a térképészet, az árvízvédelem és még számos területen polgári életünk részévé vált.

Igyekeztünk olyan tartalmat összeállítani, amely nemcsak a műholdas kommunikációval foglalkozó szakemberek számára jelenthet kézikönyvet, hanem az érdeklődők szélesebb körének figyelmét is felkelti.

Az űrtávközlés fejlődési üteme felfoghatatlan, mégis reméljük, hogy az 1974-ben megjelent hasonló tárgyú könyv mellett jelen kötet is hosszú időre hasznos ismeretekkel szolgál az olvasóknak.

*A szerzők*



## II. Az űrtávközlés hajnala

BARTOLITS ISTVÁN<sup>(a)</sup>

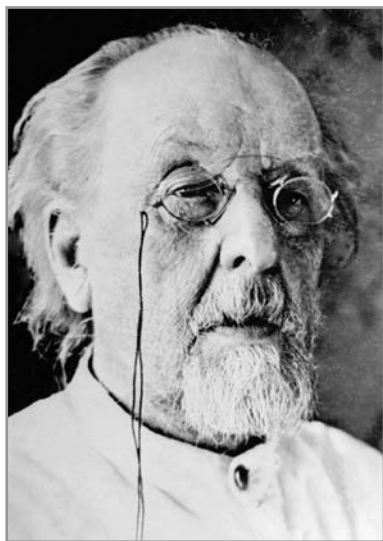
„Nehéz megmondani, mi a lehetetlen,  
hiszen a tegnap álma a ma reménye és a holnap valósága.”

Robert H. Goddard

### 1. Bevezető

Attól kezdve, hogy Johannes Kepler (1571–1630) 1609-ben az *Astronomia Nova* [Új csillagászat] című könyvében megjelentette az égi mechanika első két törvényét, majd 1619-ben a *Harmonices Mundi* [A világ harmóniája] című művében a harmadik törvényt, amelyek leírták a bolygók mozgásának a törvényeit, racionális alagra helyeződött a minket körülvevő bolygók és holdak mozgásának az ismerete. Innen azonban hosszú út vezetett odáig, hogy mesterséges holdak vegyék körül a Földet.

Ennek a hosszú útnak az egyik kiemelkedő alakja Konsztantyin Eduardovics Ciolkovszkij (1857–1935) orosz tudós, aki lerakta az elméleti alapjait annak, hogy mik a feltételei egy mesterséges objektum Föld körüli pályára állításának. Viszonylag pontosan meghatározta az első kozmikus sebességet, amelyet 8 km/s körülínek számolt, leírta a róla elnevezett Ciolkovszkij-egyenletet, amely a többfokozatú rakéták alkalmazásának az alapját adta meg, és valószínűsítette, hogy a Föld körüli pályára állást folyékony hajtóanyagú rakétával lehet megvalósítani. Ciolkovszkij elméleti munkásságát a cári Oroszország még nem értékelte, de 1918-ban már a Szocialista Akadémia tagjává választották. Az 1929-ben megjelent *Космические поезда* [Kozmikus vonat] című könyve megalapozta a gyakorlati lehetőségeket is, bár maga Ciolkovszkij végig megmaradt az elméletek szintjén.



1. kép: Konsztantyin Eduardovics Ciolkovszkij (1857–1935)

---

(a) Főosztályvezető, Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság.

Jurij Vasziljevics Kondratyuk (valódi neve Alekszandr Ignatyevics Shargei) (1897–1942) ukrán tudós nem ismerte Ciolkovszkijt, tőle függetlenül, de vele egy időben alkotott. 1918-ban vetette papírra a holdra szállás alapjait. Tudományos munkájának eredményeül ő írta le elsőként azt a röppályát, amely lehetővé tette – halála után – a holdra szállást. Az évek során egyetlen könyvkiadó sem kívánta kiadni a kéziratát, végül 1929-ben saját költségén jelentette meg *Завоевание межпланетных пространств* [A bolygóközi tér meghódítása] címmel. Ezt megelőző, 1919-es könyvének<sup>1</sup> – amely kiadatlanul, kézirat formájában maradt – a jövő tudósait bátorító címet adott: „Azoknak, akik el fogják olvasni, hogy megcsinálják.”<sup>2</sup> A könyv a bolygóközi rakéták elméletét írta le.

Kondratyuk pár évvel később találkozott Szergej Pavlovics Koroljovval (1907–1966), aki be akarta venni őt a rakéta-programjának mérnökei közé, Kondratyuk azonban attól félt, hogy a titkosrendőrség rájön, hogy valójában álnéven él, és nemet mondott a felkérésre. 1942-ben a harcmezőn az élete véget ért, de az álma nem.

Ciolkovszkij munkáiból indult ki az amerikai Robert H. Goddard (1882–1945) is, aki a gyakorlatban is igyekezett bizonyítani az állításokat. 1909-ben kezdett el rakétatechnikával foglalkozni, a Ciolkovszkij-egyenletből levezette, hogy valóban a folyékony üzemanyagú hajtómű a leghatékonyabb a rakéták pályára állításához. 1914-ben két alapvető szabadalmat is benyújtott az USA-ban, az egyik a többfokozatú rakéta,<sup>3</sup> a másik pedig a folyékony üzemanyagú hajtómű<sup>4</sup> szabadalma volt. Miután elnyerte a Smithsonian Intézet anyagi támogatását, 1919-ben megjelentette az *A Method of Reaching Extreme Altitudes* [Extrém magasságok elérésének a módja] című munkáját, amely az 1920–30-as években az egyik legfontosabb alaplát volt a rakétatudományokkal foglalkozó szakemberek számára mind a civil, mind a katonai berkekben.



2. kép: Robert H. Goddard (1882–1945)

<sup>1</sup> L. <http://www.lib.tsu.ru/ru/na-poroge-kosmicheskoy-ery-kniga-zavoevanie-mezhplanetnyh-prostranstv-yuv-kondratyuka-1>.

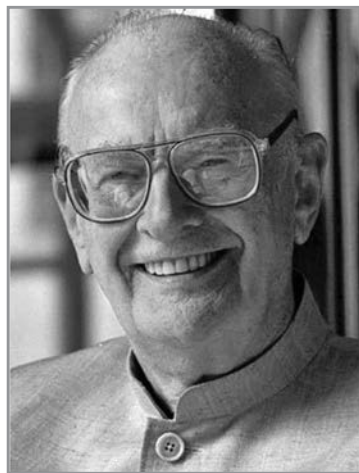
<sup>2</sup> A szerző fordítása.

<sup>3</sup> U. S. Patent 1 102 653; szabadalom *Rocket Apparatus* címmel. Benyújtva 1913. október 1-jén, elfogadva 1914. július 14-én.

<sup>4</sup> U. S. Patent 1 103 503; szabadalom *Rocket Apparatus* címmel. Benyújtva 1914. május 15-én, elfogadva 1914. július 14-én.

Goddard a gyakorlatban is megpróbálta bizonyítani elméleti állításait, mert sokan kételkedtek abban, hogy folyékony üzemanyaggal is lehet rakétát működtetni. Addig ugyanis a szilárd robbanóanyagot használták a katonai rakétákhoz – amelyeknek persze a célja is eltérő volt. Goddard hosszas kísérletezések és statikus próbák után 1926. március 14-én tesztelte először a folyékony üzemanyagú hajtóművel felszerelt rakétáját. Mivel akkoriban még nem tudtak folyékony hidrogént előállítani, folyékony oxigént és benzint használt üzemanyagként, bár tudta, hogy nem ez az optimális megoldás. Ezen az első teszten a házilag készített rakétája mindössze 2,5 másodpercig repült, 12 méterre emelkedett fel, és az indítástól 55 méterre, egy káposztaföldön csapódott be, de azt egyértelműen illusztrálta, hogy a folyékony üzemanyaggal lehet rakétát működtetni. A sajtó azonban látványosabb eredményre számított, és kudarcnak minősítette a próbálkozást. Ennek hatására a Smithsonian Intézet is megvonta tőle a további támogatást, s végül Charles Lindberg, az Atlanti-óceánt elsőként átrepülő legendás pilóta sietett a segítségére, aki beajánlotta Goddardot a Guggenheim családhoz. Az ő gáláns támogatásukkal tudta tovább folytatni a munkáját az új-mexikói Roswellben. Ma már tudjuk, hogy lefektette a korszerű rakétatechnika alapjait, és ennek elismerésül a később megalakult NASA (National Aeronautics and Space Administration) róla nevezte el a Washington D. C. melletti űrközpontját.

A harmadik személy, aki nagyot lendített a műholdas távközlés lehetőségeinek a felismerésében, Sir Arthur C. Clarke (1917–2008) volt, aki irigylésre méltó kettős életet élt, egyszerre volt kiváló mérnök és jótollú sci-fi-író. A műholdas technika bevezetésében sokat segítettek a regényei, novellái is, de az 1945-ben a *Wireless World*ben megjelent emblemikus cikkében<sup>5</sup> ismertette, hogyan lehet három, az Egyenlítő felett a Földdel szinkronban keringő műhoddal lefedni szinte az egész földgolyót, és megvalósítani a vezeték nélküli kommunikációt. Ezzel a cikkel markáns irányt adott a műholdas kommunikáció fejlődésének, és elképzelései negyedszázaddal később meg is valósultak. Az Egyenlítő feletti geostacionárius pályát az International Astronomical Union (Nemzetközi Csillagászati Szövetség) róla nevezte el Clarke orbitnak (Clarke-pálya vagy Clarke-öv).



3. kép: Sir Arthur C. Clarke (1917–2008)

---

<sup>5</sup> Arthur C. CLARKE: Extra-Terrestrial Relays – Can Rocket Stations Give World-wide Radio Coverage? 51 *Wireless World* (1945) 10. 305–308.

A fentebb megemlített kiemelkedő egyéniségeken kívül persze sokan mások is munkálkodtak azon, hogy előkészítsék, megalapozzák az első mesterséges eszközök pályára állítását, de talán ennek a három személynek a munkásságával lehet a legjobban jellemezni az előtörténetet.

## 2. Az első mesterséges hold: a Szputnyik–1

Az első mesterséges objektum Föld körüli pályára állítása mint az egész világ számára látható eredmény valójában egy katonai versenyfutás mellékterméke volt, ami viszont alapvetően új korszakot nyitott az űrkutatás történetében. A második világháború után ugyanis mindkét nagyhatalom azon dolgozott, hogy olyan interkontinentális ballisztikus rakétát fejlesszen ki, amellyel a hidegháborús időszakban sakkban tudja tartani a másik felet. Ehhez az alapot sajátos módon mind a szovjet, mind az amerikai oldalon a németek által a világháború alatt kifejlesztett rakéta adta. A Wernher von Braun (1912–1977) és csapata által kifejlesztett A–4 kódnevű rakéta hosszú fejlesztési ciklusok után 1942. október 3-án 193 km-es távolságra jutott, és eközben a pályája csúcán 80 km-re volt a föld felett. Egy későbbi tesztrepülésen pedig elérte a világűr határát, a 100 km-es magasságot. A rakéta gyártása, majd hadrendbe állítása 1943-ban kezdődött meg V–2 néven. Ezzel megszületett az első egyfokozatú, folyékony hajtóanyagú ballisztikus rakéta – sajnos nem a világűr meghódítása céljából.

A világháború befejezése után a győztes hatalmak rátették a kezüket ezekre az eredményekre. Az amerikaiak Wernher von Braunt és mérnökeinek egy részét vették magukkal, míg a szovjetek több tucat vagonnyi rakétaalkatrészt és néhány elkészült V–2-t szállítottak a Szovjetunióba jó néhány rakétamérnökkel együtt. Ezzel a háttérrel indult meg a verseny az interkontinentális ballisztikus rakéták kifejlesztésére. Természetesen ezek titkos kutatások voltak, amelyek eredményei nem szivárogtak ki, nem kerültek be a köztudatba. 1955. július 22-én azonban Dwight D. Eisenhower, az USA elnökének sajtótitkára, James C. Hagerty egy rendezvényen bejelentette, hogy az 1957. július 1-jétől 1958. december végéig tartó Nemzetközi Geofizikai Év tiszteletére az USA egy kisebb, Föld körüli pályán keringő műhold felbocsátására készül. A bejelentés természetesen kiváltotta a Szovjetunió reakcióját, egy héttel később a Szovjetunió Kommunista Pártja már döntést is hozott arról, hogy műholdat juttatnak Föld körüli pályára.

Az USA-ban eközben megindították a Vanguard-programot, amelynek keretében egy háromfokozatú rakéta kifejlesztése volt a cél a Geofizikai Év tiszteletére pályára állítandó műhold feljuttatása érdekében. A fejlesztés fokozatonkénti tesztekkel folyt, s az első fokozat sikeres tesztje 1956. december 8-án meg is történt.

A Szovjetunióban eközben az R–7-es interkontinentális ballisztikus rakéta, becenevén a Szemjorka kifejlesztésén dolgoztak. A rakéta főkonstrukőre, Szergej Koroljov egy, az amerikaitól eltérő megoldást talált ki a kétfokozatú rakéta kifej-



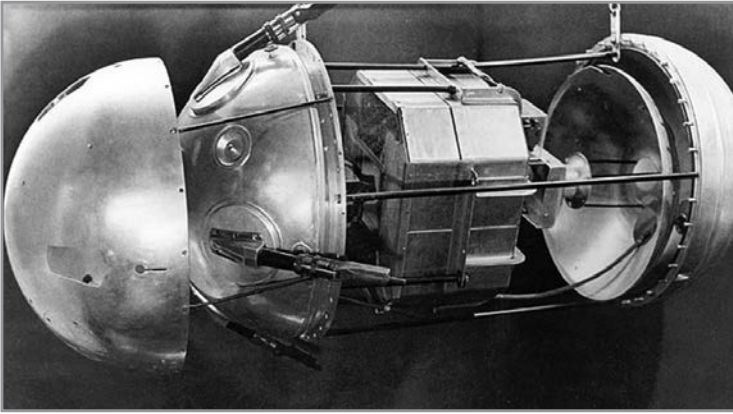
lesztésére. A második fokozatot alkotó rakétát négy másik rakétával körbevette, ezek alkották az első fokozatot. Ez a négyes fogat indította a Szemjorkát, majd ezek kiégése és leválasztása után a középső rakéta – melynek az orrában volt a hasznos teher – önállóan repült tovább. Ez ma már nem szokványos megoldás, azonban kétségtelenül megvolt az az előnye, hogy azonos hajtóművekkel volt ellátva a két fokozat, s ez jelentősen gyorsította a fejlesztést. Az R-7-es módosított változataként, ugyanezzel a megoldással készült el a Szeptnyik-PSZ hordozórakéta, amelynek a feladata a műhold Föld körüli pályára állítása volt.

Eközben Msztyiszlav Keldis (1911–1978) vezetésével megkezdődött a feljuttatandó műhold tervezése is. Eredetileg egy 1400 kg-os eszköz tervei készültek el, amelyen 2-300 kg műszert helyeztek volna el mérési célokra. Az idő azonban sürgetett, és féltő volt, hogy egy ekkora volumenű projekt kivitelezése el fog húzódni. Koroljov ezért azt javasolta, hogy inkább egy kicsi, lényegesen egyszerűbb, de hamar kivitelezhető műholdat juttassanak fel először, annál is inkább, mert eljutott hozzájuk a hír, hogy a Vanguard-programban is egy kicsi, mindössze néhány kg-os műholdat fognak feljuttatni. Az Object-D terveit félretették, és Koroljov irodája nekikezdett egy kis, mindössze 58 cm átmérőjű, gömb alakú műhold tervezésének.<sup>6</sup>

Ebben két rádióadó és néhány egyszerű műszer nyert elhelyezést. A két adó a 20 MHz-es és 40 MHz-es sávban – azaz a 15 méteres és 7,5 méteres hosszúhullámú sávban) küldte az azóta legendássá vált „bip-bip” jeleket, amelyeket bárki vehe-tett a rádiója hosszúhullámú sávján, valamint küldte azokat az egyszerű telemati-kai adatokat, amire az egyszerű műszerek képesek voltak. A műholdat nitrogénnel töltötték fel, és annak mérte a nyomását és a hőmérsékletét egy-egy műszer. Ennek az volt a célja, hogy detektálni lehessen, ha a műhold – például meteortalálat vagy más részecske hatására – megsérül. Mivel nem voltak tapasztalatok arra vonatko-zóan, hogy milyen viszonyok uralkodnak a világűrben, ez egy fontos mérés volt. Ezenkívül az akkumulátorok voltak a műhold belsejében, amelyek hozzávetőle-gesen 20-25 napig voltak képesek működtetni a rádióadókat. A gömb alakú műhold felületére rávittek még egy 1 mm vastag hővédő pajzsot, majd a felületét fényesre polírozták. Ezzel egyrészt a nagy hőkülönbségeket igyekeztek csökkenteni, más-részt ez tette lehetővé a szabad szemmel vagy egyszerű távcsővel való megfigye-lést. Ennek a jelentősége propagandaszempontból is óriási volt: így nem lehetett letagadni, hogy valóban mesterséges hold köröz a Föld körül.

---

<sup>6</sup> Don P. Mitchell homepage: Sputnik-1, [http://mentallandscape.com/S\\_sputnik1.htm](http://mentallandscape.com/S_sputnik1.htm).



4. kép: A Szputnyik-1 az összeillesztése előtt

A sikerben persze korántsem lehettek biztosak, éppen ezért nem egy, hanem mindjárt húsz műhold készült el szinte egyszerre, hogy a sikertelen kísérletek után rövid idő múlva újra lehessen próbálkozni. A műhold antennáit az egyik félgömbre szerelték, és ezek 35 fokos szögben hátrahajlottak. Az egyik pár a 20 MHz-es, a másik pár a 40 MHz-es jelet sugározta. Ez elég torz iránykarakterisztikát eredményezhetett, mert a két antenna egymásra is hatott, valamint a gömbalakon nem volt semmiféle stabilizáló elem, így az antennák összevissza sugároztak a gömb forgásától függően. Logikus lett volna az antennapárt inkább egymásra merőlegesen elhelyezni, azonban fontosabbnak tartották, hogy a műhold orrkúpából való kilöködésekor az antennák ne akadjanak be a kúp alakú szállító konténerbe, mert ez kudarchoz vezetett volna. A torz, „krumpli” alakú iránykarakterisztikát, amit a műhold bukácsolása miatt térerősség-változás is kísért, spártai egyszerűséggel az adóteljesítmény megnövelésével igyekeztek kompenzálni.

A PSZ-1 tehát elkészült – a Szputnyik-1 nevet csak utólag kapta –, és csak arra várt, hogy a felbocsátás előtt behelyezzék az akkumulátorokat, és hermetikusan lezárják a két félgömbből álló rendszert. Az R-7-es teszteléséhez a Szovjetunió Minisztertanácsa 1957. január 14-én adta a jóváhagyását. Az első indításra 1957. május 15-én került sor a Tyuratam falu mellett levő létesítményből, amely titkosítási okokból kapta Bajkonur város nevét, amely meglehetősen távol, 370 kilométerre fekszik az űrrepülőtértől. Az R-7-es első fokozatának az egyik rakétája azonban kigyulladt, az R-7-es csak 98 másodpercig maradt a pályáján, majd a 103. másodpercben – amikor már csak 10 másodperc kellett volna ahhoz, hogy a második fokozat önállóan tovább tudjon menni – a rázkódások hatására elvesztette az irányát. A második teszt 1957. június 10-én szintén sikertelen volt, ekkor az R-7-es el sem tudott indulni áramkörü probléma miatt. 1957. július 12-én sem tűnt úgy, hogy rendben lesz minden, a rakéta indításakor lángcsóva húzott végig az első fokozat rakétáin, és félő volt, hogy felrobban az üzemanyagtartály, és megsemmisíti a kilö-

vőállást is. Végül nem ez történt, az R-7-es felemelkedett, és egészen a 33. másodpercig úgy hihették, hogy sikeres lesz a teszt. Ekkor azonban a rakéta a hossztengegye körüli gyors forgásba kezdett, amitől az első fokozat rakétái leszakadtak, és az R-7-es megsemmisült.<sup>7</sup>

Sokan ekkor már Koroljov háta mögött azt suttozták, hogy az R-7-es sohasem fog tudni repülni, mert a 32 égéstér sohasem fog tudni együttesen megbízhatóan működni.

A katonai vezetés ezek után Dmitrij Usztyinov vezetésével ahhoz a feltételhez kötötte a műhold felbocsátását, hogy az R-7-es rakétákkal két egymás utáni sikeres indítást tudjanak prezentálni. 1957. augusztus 21-én hosszadalmas előkészületek után azonban sikerült az indítás, az R-7-es 6500 km-t repült, és Kamcsatka megjelölt körzetében tért vissza a légterbe. Az egyetlen probléma az volt, hogy a repülés alatt az orrkúp deformálódott. Ez azért jelentett problémát, mert a katonai alkalmazások esetében itt helyezték volna el a robbanótöltetet – vagy éppen a hidrogénbombát. Annak viszont teljes épségben kellett megérkeznie a célterületre, hogy ott fejtsse ki pusztító hatását. Szeptember 7-én egy újabb indítást hajtottak végre, miután kiderítették, hogy mi okozta a problémát. A rakéta ezúttal is tökéletesen működött, de a levált orrkúppal most a már kikapcsolt második fokozat ütközött össze, és sértette meg a hővédő pajzsát. A vizsgálatoknál arra jutottak, hogy teljesen új orrkúpot kell tervezni, ami legalább hat hónapnyi késlekedést jelent. Koroljov viszont azzal érvelt, hogy a műhold felbocsátását mindez nem fogja akadályozni, csak a katonai alkalmazást veszélyezteti. A két egymás utáni sikeres indítás pedig megtörtént.



5. kép: Szegej Pavlovics Koroljov (1907–1966)

Mivel a pártvezetés szorgalmazta, hogy a műhold a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 40. évfordulója előtt már pályára álljon, az Állami Bizottság szeptember 20-i ülésén – amelyen Koroljov elmondta az érveit – végül döntés született, és a műhold felbocsátására kitűzték az 1957. október 6-i időpontot. Abban is egyezés született, hogy sikeres pályára állítás esetén csak egy Föld körüli keringés után jelentik be a műhold felbocsátását a nagyvilágnak. Közben azonban az USA-ból

---

<sup>7</sup> Claude LAFLEUR: The Great Adventure Project – A Comparative History of Space Exploration, <http://claudelafleur.qc.ca/Chronology-1957.html>.

olyan hírek érkeztek, hogy október 6-án fogják bejelenteni és ismertetni egy konferencián a „Műhold a Föld felett” című kiadványt. Koroljov attól tartott, hogy ezzel párhuzamosan elindul a Vanguard-program megvalósítása, és pályára állítják a műholdjukat. A KGB ugyan megnyugtatta, hogy az amerikai fejlesztések még nincsenek abban a stádiumban, de Koroljov nem hitt ebben, és elérte az Állami Bizottságnál, hogy két nappal előbbre hozzák az indítást. Így 1957. október 4-én indult el a Szputnyik-PSZ rakéta, hogy Föld körüli pályára állítsa a Szputnyik-1-et.

A rajtra moszkvai idő szerint október 4-én 22 óra 28 perckor került sor. Az R-7-ből kialakított Szputnyik-PSZ hordozó sikeresen elindult, de azért egy apró probléma bekövetkezett: az üzemanyagtankban a kiegyenlítő rendszer részben meghibásodott, és egy másodperccel előbb vált le az első fokozat, mint kellett volna. Ennek következtében a műhold mintegy 80 km-rel alacsonyabb pályára állt, mint tervezték. A második fokozattal viszont nem volt baj, és a pneumatikus kilövő rendszer is működött, pályára állítva az akkor még névtelen Szputnyik-1-et. A második fokozat ezután egy oxigént kilövő fúvóka segítségével távolabb került a műholdtól, nehogy összeütközzenek. A fedélzeti rádió is bekapcsolt, és megszólalt az azóta világhírű „bip-bip” jelzés a műhold fedélzetéről. Az első kísérletre sikeres lett a pályára állítás, és ezzel új lapja nyílt meg a világűr meghódításának. Az akkori szovjet sajtó címlapon emlékezett meg e történelmi eseményről.



6. kép: A Komszomolszkaja Pravda 1957. október 6-i számának a címlapja

A 83,6 kg-os Szputnyik-1 elliptikus pályán mozgott, 96,2 perc alatt tett meg egy fordulatot a Föld körül, és a pályáive 228 és 947 km-es magassághatárok között mozgott. Az ellipszis pályahajlása 65,1 fokos volt. Az akkumulátorok és a csöves

rádió kiválóan bírta az utazást, az adás folyamatos üzemét 14 napra tervezték, de végül három héten át működött. Maga a Szputnyik-1 92 napig keringett egyre csökkenő magasságú pályán, míg végül 1958. január 4-én belépett a légkör sűrűbb részébe, és megsemmisült.

Nem sokkal később, 1957. november 3-án újra sikeresen rajtolt a Szputnyik-PSZ az orrkúpjában a Szputnyik-2-vel, és benne Lajka kutyával. Ez volt a második mesterséges objektum a Föld körül, ráadásul egy élőlényel a fedélzetén. A start itt tökéletesen sikerült, azonban egy műszaki hiba miatt a beépített klimatizációs rendszer felmondta a szolgálatot, így Lajka a negyedik Föld körüli fordulat után a túlmelegedett, 43 fokos kabinban elájult, majd kiszenvedett. A már műszerekkel és érzékelőkkel is felszerelt Szputnyik-2-ről így is értékes telemetriai jelek érkeztek vissza, beigazolódtott, hogy egy emlősállat kibírja a felbocsátást és a súlytalanság tartós állapotát. Lajkát az eredeti tervek szerint 10 napon keresztül figyelték volna meg, és utána altatták volna el.

Amerikában kisebb pánik tört ki a két műhold sikeres pályára állítása után, az utca emberét az ijesztette meg, hogy a szovjet műholdak az USA felett húztak el, amikor éppen olyan volt a pályájuk, a szakembereket pedig az, hogy kezdett dominánssá válni a szovjet fölény. Tovább rontotta a helyzetet a Vanguard-program 1957. decemberi kísérlete, amikor televízió keresztül is közvetítették az első amerikai műhold pályára állítását. A hordozórakéta az indítás után 1,2 métert emelkedett, majd visszaesett az indítóállványra, és felrobbant. Végül az első amerikai műholdat nem is a Vanguard-program rakétája, hanem az amerikai hadsereg interkontinentális ballisztikus rakétája, a Juno-1 állította pályára 1958. január 1-jén: ez volt az Explorer-1. A Vanguard-programban végül egy újabb sikertelen kísérlet után 1958. március 17-én sikerült a Vanguard-1 műholdat feljuttatni, igaz, ez olyan jól sikerült, hogy várhatóan csak 2200-ban fog a légkörbe visszatérni. Az elliptikus Föld körüli pálya minimuma ugyanis 654 km-re, a maximuma pedig 3969 km-re van a Földtől. A Vanguard-1 egy 16 cm átmérőjű alumíniumgömb volt, mindössze 1,47 kg-os tömeggel. Ebben viszont benne volt az 5 mW-os, 108 MHz-es rádió az akkumulátorral és a gömb felületére szerelt 6 db napelemcella is, amelyek az akkumulátort töltötték, amikor nem voltak földárnyékban. Bár az „űrszemét” fogalom e korban ismeretlen és értelmezhetetlen volt, napjainkban eme üzemképtelen műhold tekinthető a legrégebbi űrszemétnek.

### 3. Az első távközlési műhold: a SCORE

A Vanguard-program 1957 szeptemberéig újabb négy sikertelen indítást tudhatott magáénak, így érthetően elfogyott Amerikában a türelem. Ennek az egyik jele volt, hogy Eisenhower amerikai elnök kezdeményezésére 1958. október 1-jén megalakult a NASA (National Aeronautics and Space Administration), az állami űrkutatási szervezet. Emellett azonban az is felmerült, hogy az eredetileg katonai cé-