



Dr. Horváth András Ferenc\*

## Artemis–SLS emberes Hold-expedíciós program

**A** NASA az amerikai elnökök utasítására már a második Hold-expedíciós űrprogramját szervezi. Az első programot még John Kennedy hirdette meg 1961-ben, Jurij Gagarin űrrepülése után. Az akkori elnök arra utasította a NASA-t, hogy a '60-as évek végére szervezze meg az amerikai űrhajósok első Holdra szállását. Kennedy elnök nehezményezte, hogy a szovjeteknek sikerült elsőként műholdakat, holdszondákat, űrszondákat és embereket küldeni a világűrbe. Az amerikai elnök 1961. május 25-i híres kongresszusi beszédében a következőket mondta: „Úgy döntöttünk, hogy még ebben az évtizedben eljutunk a Holdra, és megteszünk más, ehhez hasonló lépéseket. Nem azért, mert a feladat könnyű, hanem azért, mert nehéz...” A NASA egyik kiemelt feladata lett, hogy a Holdra történő emberes űrutazásban az Egyesült Államok megelőzze az oroszokat. Ezt a feladatot a NASA német származású mérnöke Wernher von Braun (1912–1977) (2. ábra) és a vele együtt dolgozó amerikai szakemberekből álló Apollo-programban kiválóan megoldotta. Az amerikai asztronauták Holdra-szállásának 50. évfordulóját 2019-ben ünnepelte a világ.



2. ábra. Wernher von Braun, a Marshall Űrközpont igazgatója (1960–1970) [11]

Donald Trump, korábbi elnök 2019-ben meghirdette a 2. holdprogramot, amely 2024-ben a NASA közreműködésével ismét amerikai asztronautákat küld a Holdra.

**ÖSSZEFOGLALÁS:** 1961-ben, az akkor már 4 éve tartó szovjet–amerikai űrverseny újabb fordulójaként, John Fitzgerald Kennedy amerikai elnök meghirdette az Apollo–Saturn Hold-expedíciós űrprogramot. A szovjetek a Zond–N1 űrrepülés során szintén készültek a Holdra szállásra. Az amerikaiaknak a sikeres Apollo–Saturn kísérletekkel sikerült átvenniük a vezetést az oroszoktól. A tanulmány aktualitását az a bejelentés adja, hogy 2019-ben, az Artemis program keretében, Donald Trump amerikai elnök meghirdette a visszatérést a Holdra.

**KULCSSZAVAK:** Artemis, Apollo–Saturn Hold-expedíció, Gateway, Hold körüli űrállomás, holdbázis, LOP-G, Nemzetközi Űrállomás

**ABSTRACT:** In 1961, as another round of the then-4-year-old Soviet-American space race, US President John Fitzgerald Kennedy announced the Apollo-Saturn lunar expedition space program. The Soviets also prepared to land on the Moon during the spaceflight Zond – N1. The Americans took the lead from the Russians through successful Apollo-Saturn experiments. The topicality of the study is given by the announcement that in 2019, under the Artemis program, US President Donald Trump announced the return to the Moon.

**KEY WORDS:** Artemis, Apollo–Saturn lunar expedition, Gateway, lunar space station, LOPG, International Space Station

\* Csillagász. ORCID: 0000-0003-3083-149X







3. ábra. A Falcon Heavy óriás hordozórakétát Elon Musk a holdi bázis létrehozásához ajánlja [12]

### Az ARTEMIS PROGRAM<sup>2</sup>

Jelenleg az emberiséget „egybolygós civilizációnak” is nevezhetjük. A jövőben a SpaceX a Marsra indít űrhajókat, és amennyiben az első csoport leszállása sikeres lesz, az expedíciók 26 havonta követik majd egymást. Már a 20. században akadtak olyan újító szándékú személyek, akik lelkesen kezdeményezték, hogy a Föld körüli és holdi űrrepülések után, az űrutazások folyamatos bővítésével, minél hamarabb indítsanak űrhajót a távolabbi planéták, különösen a Mars meghódítására.

2002-ben, amikor Elon Musk amerikai dollármilliárdos létrehozta SpaceX nevű cégét, újra felmerült a Mars meghódításának gondolata. Musk Falcon-9 nevű, költséghatékony hordozórakétájának Falcon Heavy változata (3. ábra) alkalmas lehet egy Hold-Mars-expedícióra, de a multimilliárdos mérnök, újító egy nagyobb rakétát és űrhajót ígér. A Starship-Super Heavy óriás hordozórakétát és űrhajót, Musk nemcsak az utazásra, hanem egy felszíni holdbázis kialakítására is javaslatot tett. Musk rendkívüli lelkeséssel és elkötelezettséggel 2027-re tervezi a marsi űrhajó emberekkel történő indítását és leszállását. Ezt a stratot megelőzné néhány pilóta nélküli űrhajó automatikus leszállása a vörös bolygón. Ha minden Musk elképzelése szerint történik, akkor az emberiség „kétbolygós civilizációvá” válhat.

### A HOLD KÖRÜLI ŰRÁLLOMÁS (LOP-G, GATEWAY) TERVÉNEK TÖRTÉNETE

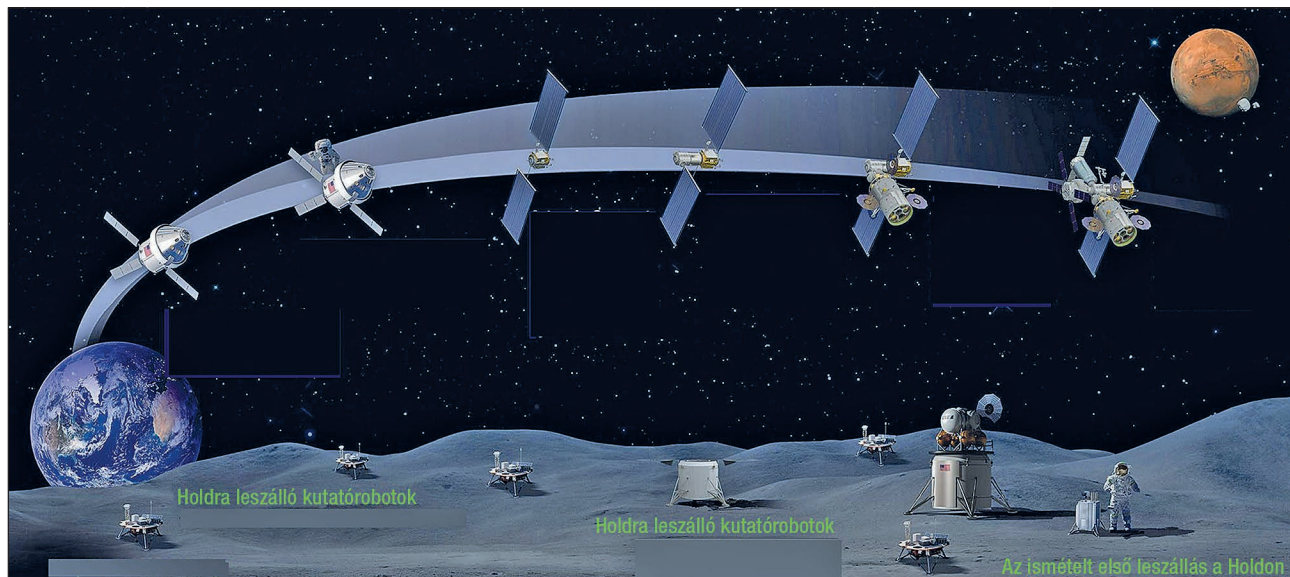
A holdi űrállomás tervet először 2009-ben javasolták az ISS<sup>3</sup> leállításával. A Nemzetközi Űrállomás működésének finanszírozását és az ott folyó munka a befejezését korábban 2025-re tervezték, de tavaly ezt a határidőt 2030-ra módosították.

Amerikai részről a Boeing, a Lockheed Martin és a SpaceX cégek, az oroszoktól az Enyergija, az ESA<sup>4</sup>-tól az EADS Astrium és a Thales Alenia Space, Kanadából az MDA, Japánból pedig a Mitsubishi nehézipari cég kapcsolódna be az LOP-G<sup>5</sup> űrállomás programjába. 2015-ben az Enyergija, a Boeing, valamint a Lockheed Martin cégek szerződést írtak alá a közös fejlesztési munkákról. 2016-ban a résztvevők úgy döntöttek, hogy az első modulokat (PPE<sup>6</sup>, MH<sup>7</sup>) 2023-ban indítják a holdi űrállomáshoz. 2017 márciusában elhatározták, hogy a programban egy éven át tartó űrrepüléssel, illetve űrben tartózkodással vizsgálják meg, hogy a holdi űrállomásra küldött űrhajósok képesek-e távolabbi célok, pl. a Mars felé elindulni. 2017 júniusában Kína jelezte, hogy az LOP-G űrprogramban 2028-tól 5 pilótás Holdra szállást terveznek. A JAXA<sup>8</sup> bejelentette, hogy 2030-ban japán űrhajós is le fog szállni a Holdra.

2019-ben Trump elnök döntött, és utasította a NASA-t a program felgyorsítására. Meghatározta, hogy 5 éven belül a NASA űrhajósainak ismét el kell jutnia a Holdra, azaz az Egyesült Államoknak el kell kezdenie egy holdi űrállomás-programot. Az Artemis program két részre osztható. Az első része a Holdra történő amerikai visszatérés, a második része évenkénti időtartamban az űrhajósok és az önjáró robotok kutatómunkája (4. ábra). Ezeket a holdi leszálló-kutató robotokat (5. ábra) nagy valószínűséggel a SpaceX cég aránylag olcsó, Falcon-9 hordozórakétájával indítják majd – a tervek szerint általában évente.

E nagyszabású holdi űrprogramban kezdetben a Nemzetközi Űrállomás építésében és üzemeltetésében közreműködő országok, az USA, Oroszország, az Európai Űrügynökség (ESA), Japán (JAXA) és Kanada (CSA<sup>9</sup>) vesz részt. A Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G – holdi és marsi űrkapu) a Hold körül keringő érkezési, leszállási, visszatérési bázis lesz, amely a nemzetközi pilótás expedíciók max. négyfős csoportjának befogadására alkalmas.

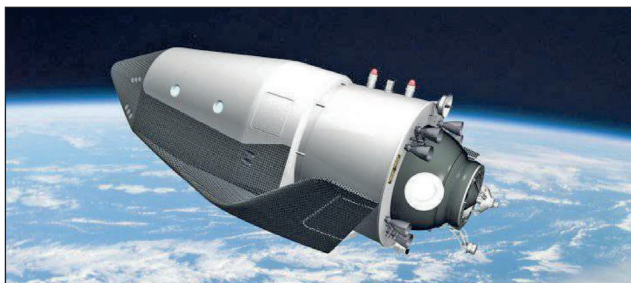
4. ábra. Az Artemis program vázlatos menetrendje 2021-től (Forrás: a szerző által szerkesztett grafika a [13] alapján)







5. ábra. A Hold felszínére tervezett NASA leszálló robotok [14]



6. ábra. Az oroszok által fejlesztett Orjól űrhajó egyik változata [15]

A Roszkoszmosz<sup>10</sup> az Angara óriás hordozórakétával indított Orjól űrhajóval (6. ábra), és részegységeivel (űrséta-modul, lakómodul, tartalék energiaegység, holdi leszálló egység) vesz részt a holdi űrállomás programban. A tervek szerint az űrállomáson az expedíciók idején 4 űrhajós tartózkodik majd, 30–60 napig. A tervezők két Hold körüli pálya létesítésében gondolkodnak. Egy alacsony, 100–200 km magasságú, és egy magas, 70 000 km-re lévő keringési pályán. Ez utóbbiról a Holdra is és távolabbi kozmikus célok felé (pl. a Marsra) indulhatnak űreszközök, illetve személyzettel rendelkező és teherűrhajók. Japán (JAXA) modulépí-

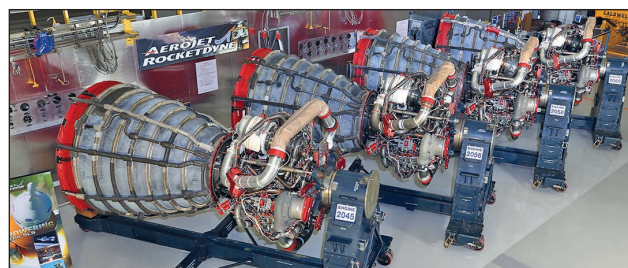
téssel és a H-3 hordozórakétával szállított HTV-X teherűrhajóval csatlakozik a LOP-G programhoz. Kanada távirányítható robotkarokkal vesz részt a holdi űrállomás kiépítésében. A Roszkoszmosz javaslatára a LOP-G űrprogramba Brazília, a Dél-afrikai Köztársaság, India és Kína is bekapcsolódhat.

### AZ SLS HORDOZÓRAKÉTÁK ÉS AZ ORION ŰRHAJÓ

A 7. ábrán a NASA által napjainkban használt (Atlas V, Delta IV Heavy, SLS) hordozórakéták hasznos teheremelő képességét hasonlítottuk össze az SLS rakéták három változatával.

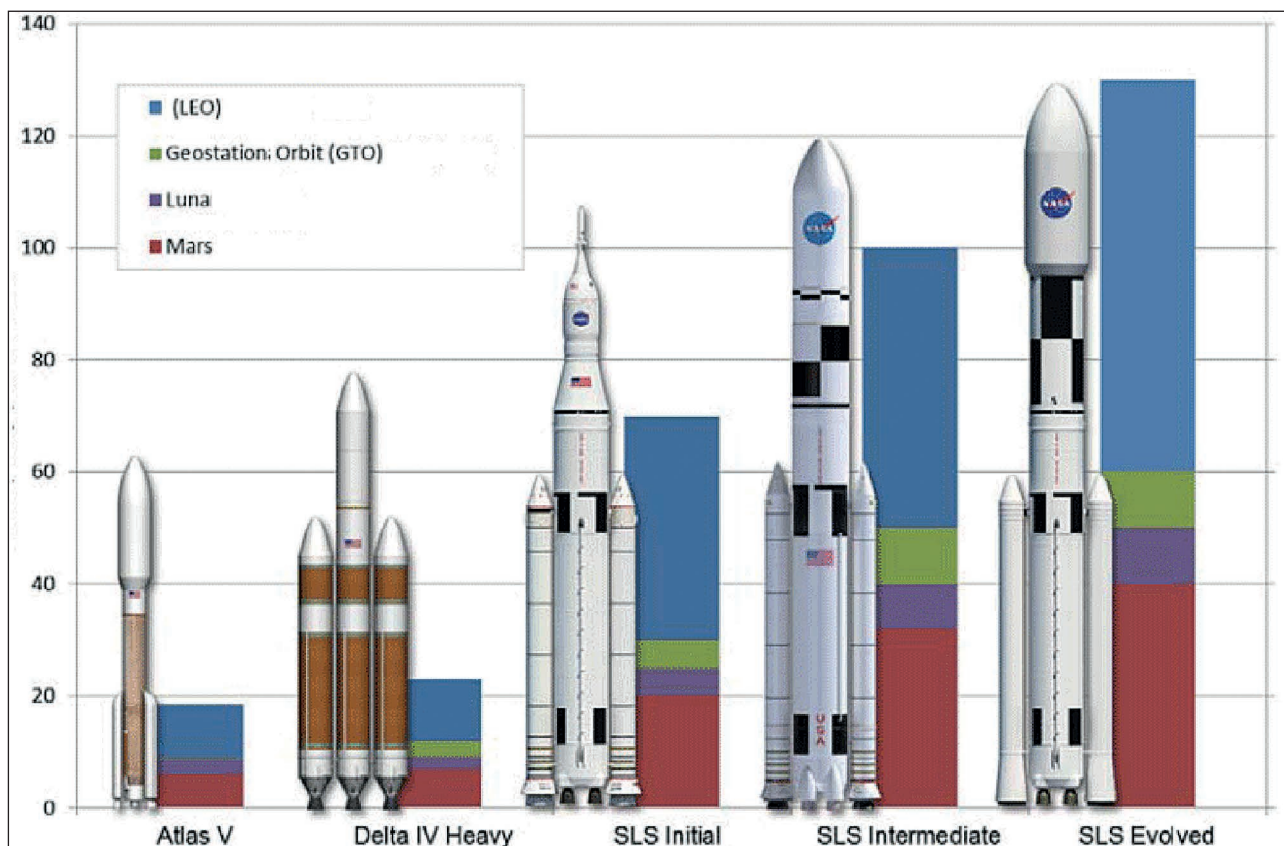
Az SLS (Space Launch System) rendszereit a Boeing, a United Launch Alliance, a Northrop Grumman, és az Aerojet Rocketdyne cégek készítik. A fővállalkozó a Boeing cég. Az SLS rakétákhoz a Space Shuttle elemeit is felhasználták.

Az SLS első fokozata egy hatalmas hengeres, 8,4 m átmérőjű tartály, amely négy RS-25 hajtóművet működtet (8. ábra). A hajtóanyag folyékony oxigén és hidrogén. Az



8. ábra. Az SLS első fokozat négy RS-25 hajtóművel indul [17]

7. ábra. A NASA napjainkban alkalmazott hordozórakétái (LEO – alacsony Föld körüli pálya, GTO – geostacionárius, Luna – holdi, Mars – marsi adatok, Initial – kezdeti, Intermédia – közbülső, Evolved – fejlesztett) (Forrás: a szerző által szerkesztett grafika a [16] alapján)



1. táblázat. Az Artemis program emberes Hold-expedícióinak tervezett menetrendje

Űrrepülés	Tervezett start	Hasznos teher, modulok, CLPS <sup>14</sup> automatikus kutató-leszálló	Szállító rakéta + Orion, felvitt eszköz, modul	Tervezett repülési idő
Artemis-1	2021 Kennedy LC-39B	13 CubeSat pályára állítása	SLS-BI-1+Orion űrhajósok nélkül	~25 nap
	2021. júl. K. LC-41 2021. okt. K. LC-39A	Peregrine automatikus kutató-leszálló, Nova-C automatikus kutató-leszálló	Vulcan, Falcon-8	
Artemis-2	2022-2023 Kennedy LC-39B	Falcon-9: energia- és hajtóműrendszer (PPE), ESPRIT, Minim. lakómodul (MH)	SLS-BI-1+Orion 4 űrhajós 3 db Falcon-9: +PPE, +ESPRIT, +MH	~10 nap
	2022, K. LC-41	VIPER rover	?	~100 nap
Artemis-3	2024 Kennedy LC-39B	Falcon-9: lent maradó leszálló, felszálló, lent maradó szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1 + Orion + teher-lakó, 4 űrhajós 3 db Falcon-9: + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~30 nap
Első emberes újra leszállás a Hold felszínére				
Artemis-4	2025 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újra tölthető felszálló, újra tölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1+Orion+HAB (lakó) 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló	~30 nap
Artemis-5	2026 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újratölthető felszálló, újratölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS- BI-1B, + Orion 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~30 nap
Artemis-6	2027 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újratölthető felszálló, újratölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1B, + Orion 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~30 nap
Artemis-7	2028 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újratölthető felszálló, 1. és 2. újratölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1B + Orion 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~60 nap

oldalsó gyorsító fokozat 5 elemből álló szilárd hajtóanyagú egység (SRB<sup>11</sup>), amelyet az űrrepülőgép oldalsó fokozatából fejlesztettek. Az SRB-t az Orbital ATK<sup>12</sup> készíti.

A második fokozat a Block-1 változatnál az ICPS (*Interim Cryogenic Propulsion Stage*) lesz, ami egy 5 m átmérőjű, átalakított Delta IV felső fokozat (*Delta Cryogenic Second Stage*). Ezt az eszközt egy folyékony hidrogént és folyékony oxigént égető, RL10B-2 típusú hajtómű működteti. A 98 m magas SLS Block-1 alacsony Föld körüli pályára 95 tonna terhet tud szállítani (a Hold felé pedig 26 tonnát). A Block-1B 4 db RL10C-1 típusú hajtóművel működik. A második fokozat és az Exploration Upper Stage (EUS), amely Föld körüli pályára már 105 tonna (a Holdhoz 37-40 tonna) terhet juttat el. A Block-1B pilótás (crew), valamint teherszállító (cargo) változatban készül. A Block-2 hordozórakétát – amely ugyancsak pilótás, valamint teherszállító változatban készül – a holdi program mellett a Mars programhoz kívánják felhasználni. A rakéta hasznos teherbírása alacsony Föld körüli pálya esetén 130 tonna; Nap körüli pálya esetében 45 tonna. Az SLS Block-2 hordozórakéta 117 m magas.

A holdi űrállomás programban az Európai Űrügynökség is részt vesz az amerikai modulok és az Orion űrhajó műszaki egységének megalkotásával, valamint az Ariane-6 hordozórakétával egy teherűrhajó szállításával. Az asztronauták szállítását a Kennedy Űrközponttól az óriás SLS hordozórakétákkal indított amerikai-európai fejlesztésű

Orion űrhajóval hajtják végre. A közös tervek szerint a holdi űrállomás részenkénti kiépítését 2021-2030 között, két részletben hajtják végre. A holdi űrállomáshoz az asztronautákat a négy személyes Orion űrhajó (9. ábra) szállítja majd.

### A GATEWAY (LOP-G) HOLDI ŰRÁLLOMÁS TERVEZETT MODULJAI ÉS ÉPÍTÉSÉNEK MENETRENDJE

A NASA Artemis emberes Hold-repülési program részének általános menetét 2021-től a 4. ábra és a Föld-Hold-utazás repülési fázisait a 12. ábra mutatja. Az első holdi Orion-repülés (Artemis-1) alkalmával próbálják ki a holdi űrállomás építésének legfontosabb elemeit, az SLS óriásrakétát, az Orion űrhajót asztronauták nélküli állapotban és a Hold körülrepülését. A 2021-ben sorra kerülő repülés során 13 db CubeSatot<sup>13</sup> kívának pályára állítani, valamint magyar gyártmányú sugárérzékeny fóliadetektorokkal fogják vizsgálni az űrrepülés alatti sugárzási viszonyokat. Az Artemis-1 próbarepülésen azonban még nem kockáztatnak: igazi űrhajósok helyett egyelőre csak emberszerű fantomokat utaztatnak a Holdhoz. Fantomokat eddig is használtak az űrbeli sugárterhelés mérésére, azonban most először lesznek női fantomok a fedélzeten. Helga és Zohar testét emberi csontutáncatokra építették valódi testszövetekhez hasonló műanyagokból, különös hangsúlyt fektetve a női szervekre, például az anyaméhre. A fantomok belsejében





9. ábra. Az Orion űrhajóban négy asztronauta utazhat a Holdhoz [18]

számos sugárzásérzékelőt (dózismérőt) helyeznek el, hogy megmérjék az egyes belső szerveket érő sugárterhelést, és megbecsülhessék a károsító hatását. A MARE (Matroszka AstroRad Radiation Experiment) kísérletben több ország vesz részt, és a közös munkába magyar kutatók is meghívást kaptak. A magyar szakemberek által összeállított passzív, vagyis energiaellátást nem igénylő detektorcsoomagokban kétféle anyagot használnak. Az ún. szilárdtest nyomdetektorok képesek a nagyobb energiájú részecskéket regisztrálására, míg az ún. termolumineszcens detektorok a kisebb energiájú részecskéket és az egyéb sugárzásokat detektálják.

Az Artemis programmal kapcsolatos 1. táblázatból leolvasható, hogy a NASA, tervei szerint rendszeresen, évente 1-1 db Falcon-9 hordozórakétával küld automatikus kutató-leszálló robotokat a Holdra. Ugyancsak a Falcon-9 rakétákat alkalmazzák majd a rendszeres SLS-Orion űrrepüléseken a különféle leszálló, felszálló és átszállító űreszközök szállítására a LOP-G holdi űrállomáshoz.

Az Artemis-1 űrrepüléssel párhuzamosan, 2021 júliusában a Cape Canaveral-i Kennedy Űrközpont 41-es indítóállásáról egy Vulcan hordozórakétával indítják majd a Peregrine automatikus kutató-leszálló holdszondát a Hold felszínére. Ezt a szondát egy Falcon-9 hordozórakétával egy további Nova-C jelű automatikus, Holdra küldendő kutató-leszálló egység követi. 2022-ben Falcon-9 rakéta-

val szállítanak a Hold körüli űrállomás egyik alapelemét, a NASA és az ESA által fejlesztett energia- és hajtóműrendszert (PPE).

A PPE tervezett tömege 8-9 t, 12 kW-os, pályakorrekciókra szolgáló ionhajtóművel szerelik fel. A PPE 50 kW energiát biztosít az űrállomás számára.

A PPE hidrazinos kémiai hajtóműve, a tervek szerint 2 tonna xenonnal minimum 15 évig üzemel. A PPE-t telekommunikációs rendszerrel is ellátják, amely helyzet- és pályakontrollt is biztosít a holdi űrállomásnak. A következő LOP-G egységet, az ESA által fejlesztett ESPRIT (European System Providing Refuelling, Infrastructure and Telecommunications) modult, a tervek szerint 2023-ban indítják Falcon-9 hordozórakétával. Az ún. ESPRIT modul egy olyan berendezés, amely áttölthető tartalék hajtóanyagot tárol, és biztosítja a vezérlést és a telekommunikációs összeköttetést is a Földdel. Tömege 4 tonna, hosszúsága 3,91 méter.

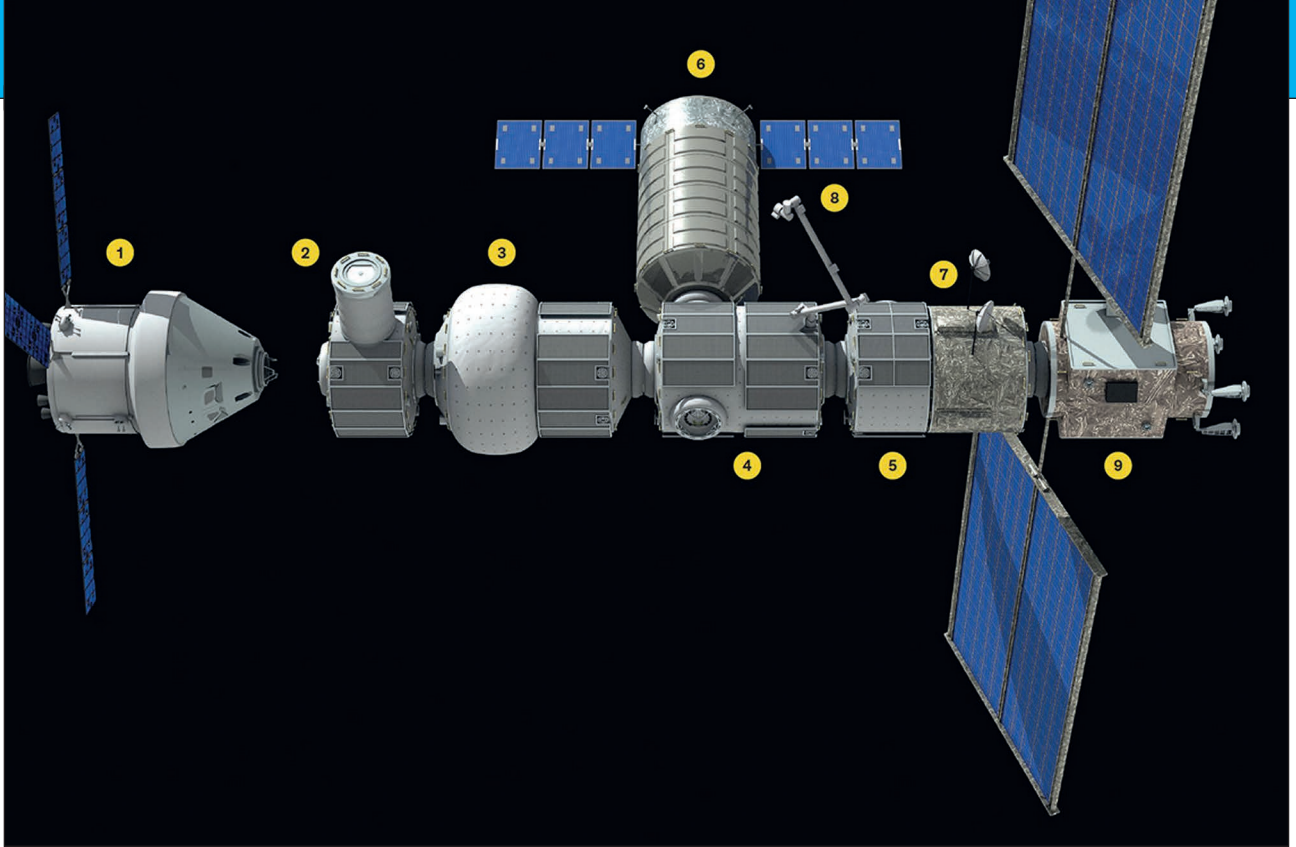
A harmadik LOP-G modult a NASA-rendelte, épp úgy, mint a Lockheed cég által fejlesztett nyomás alatti első lakókabin is (13. ábra). Az Artemis-2 program lesz az első olyan emberes űrrepülés a Holdhoz, amelyben az első nő és további három férfi holdi űrhajós repül majd szomszédos égitestünkhöz.

A 11. ábrán a 4-es számmal jelölt egységet az ESA és a JAXA tervezi, míg a 3-as számmal jelzett lakókabinegység szintén NASA-fejlesztés lesz. A tervek szerint erre egy magyar tervezésű és készítésű, Tritel típusú űrdozimetriai tesztkepet helyeznek el, amellyel a Hold körüli sugárzási viszonyokat fogják folyamatosan vizsgálni. A 4. egységre szerelik a kanadai építésű távirányítható robotkart (7.). Az amerikai 6. egység egy teherátaló és tartalék lakótér, ahol élelmiszereket is tárolnak. A tervek szerint a LOP-G-t az EM-3-as (Exploration Mission-3) repüléssel szállítják az űrállomásra. A 2. egység egy kilépő űrsétamodul.

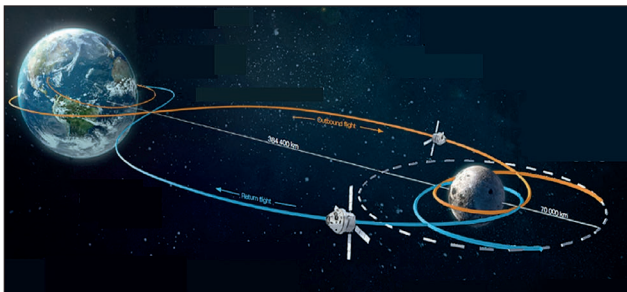
Az Artemis-3 emberes Hold-expedíció idejére az LOP-G holdi űrállomás nagy valószínűséggel alapkiépítésében már elkészül.

10. ábra. A LOP-G és az ISS űrállomások [19]





11. ábra. Az SLS-Orion Hold-körüli pályán keringő űrállomás tervezett elemei (2021–2030): (1. az Orion űrhajó, 2. dokkoló űrsétamodul, 3. lakókabin, 4. lakókabin, 5., 7. ESPRIT és vezérlőegység, 6. logikai teher modul, 8. kanadai robotkar, 9. PPE) [20]



12. ábra. A LOP-G holdi űrállomás pályasémája [21]

A Heracles az ESA, JAXA és CSA által javasolt automatikus holdi leszálló- és visszatérő egység, amely talajmintákat vesz. A Heracles alkalmanként 500 kg mintát szállíthatna a Gateway űrállomásra. A Lockheed Martin cég a program kéthetes útjára egy 22 tonnás holdi leszállóegységet ajánlott 4 űrhajóval (14. ábra), amelyről kb. 1 tonna talajmintát vihetnének a LOP-G űrállomásra.

Az amerikai holdi leszálló- és felszállóegységek mellett az oroszok az Orjol űrhajóval tervezik kozmonautáik Holdra szállását, visszajuttatásukat a Gateway holdi űrállomásra, majd onnan a Földre.

A NASA Orion űrhajója az európai gyártású műszaki egységgel biztosítja az asztronauták szállítását a Hold körüli űrállomásra, leszállásukat a Hold felszínre, visszatérésüket az állomásra, majd a Földre. A NASA Artemis programjának végső célja egy állandó felszíni holdbázis létrehozása, (1. ábra) ahonnan később a Mars felé is indíthatnak majd emberes expedíciókat.

### NASA PÁLYÁZATOK HOLDI LE- ÉS FELSZÁLLÓ ESZKÖZÖK TERVEZÉSÉRE ÉS ÉPÍTÉSÉRE

2020. április végén a NASA bejelentette, hogy a 2024-re tervezett amerikai Holdra szálláshoz három konzorciummal szerződést kötöttek. A három cégcsoport megközelítőleg

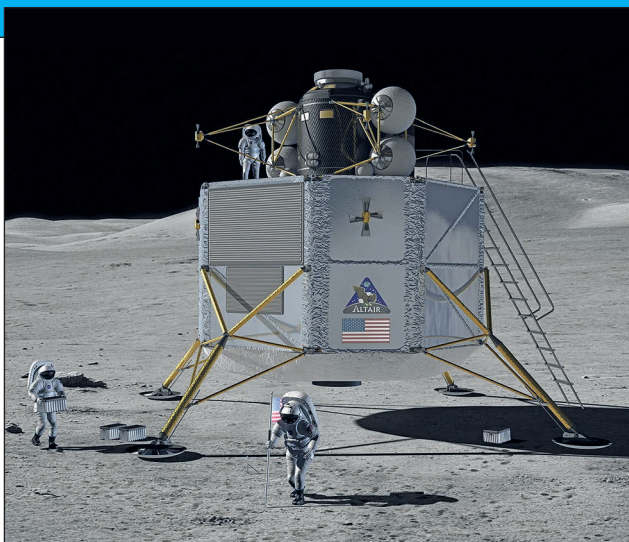
egymilliárd (967 millió) dollárért készíthet tervek arról, hogyan landolhatnak amerikai űrhajósok a Holdon 2024-ben. A kiválasztott vállalatok, a Blue Origin, a Dynetics és a SpaceX, a tervek szerint tíz hónapon keresztül készítik majd a tervek a HLS – (Human Landing System) program keretében. A NASA továbbra is tartja magát a kitűzött célhoz, hogy 2024 végéig újból űrhajósokat juttat égi kísérőnk felszínére. Az amerikai űrhivatal e három versengő koncepció közül választja majd ki a számára legkedvezőbbnek vélt megoldást.

A megbízásból a legnagyobb részt, 579 millió dollárt a Blue Origin konzorcium kapta, amely a Blue Moon nevű leszállóegységet tervezi. A Holdról való felszállás kidolgozása a Lockheed Martin cég feladata lesz. A Blue Origin konzorcium tagjai a Northrop Grumman és a Draper cégek, ezek a szállító modult, az avionikát és más fedélzeti rend-

13. ábra. A Lockheed által fejlesztett LOP-G lakómodul belülről [22]







14. ábra. A Lockheed Martin cég holdi le- és felszálló egységének terve [23]

szereket tervezik. A Dynetics konzorcium által vezetett csoportnak több mint 25 alvállalkozója van, ők 253 millió dollárért kezdik meg annak a modulnak a tervezését, amely a Holdra történő leszállást, majd a felszállást biztosítja. A HLS-szerződések közül a legkisebb értékűt – amely mintegy 135 millió dollár –, Elon Musk SpaceX vállalkozása nyerte el. Utóbbi a készülő Starship (Csillaghajó) segítségével oldaná meg a feladatot, amely egy Falcon Super Heavy rakétával indulna. A pályán az üzemanyaggal történő utántöltést további Starship járművekre bíznák.

A tanulmányok alapján a NASA szakemberei döntenek arról, melyik változatnak lenne a legjobb esélye arra, hogy 2024-ig elkészüljön. Van olyan elképzelés is, hogy egy, illetve akár két terv fejlesztéseit is támogatni kellene a holdi utazások hosszabb távú fenntarthatósága érdekében.

A jelek szerint a 2024-es leszálláson még nem használják majd a Hold körüli pályára tervezett űrállomást, a Gatewayt (Hold-, illetve Űrkaput), amely valószínűleg nem készül el 2024-ig. A Hold emberes kutatásának folytatásához azonban 2026–2028-tól alapvető fontosságú lesz kísérő égitestünk körül keringő állandó bázis létrehozása és működése.

#### HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Wernher von Braun. Das Mars projekt Frankfurt: Umschau Verlag 1952 – Project Mars English translation by Henry White, University of Illinois Press 1953.;
- [2] Gunter's Space Page, „Peregrine 1 (CLPS 1)”. Elérés: 2021. 01.10. [https://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/peregrine.htm](https://space.skyrocket.de/doc_sdat/peregrine.htm);
- [3] NASA, „NASA: Artemis”. Elérés 2021. 01. 09. <https://www.nasa.gov/specials/artemis/index.html>;
- [4] The Planetary Society, „Artemis”. Elérés 2021. 01.11. <https://www.planetary.org/space-missions/artemis>;
- [5] EarthSky.Org, „NASA Announces 18 Astronauts on Its Artemis Team”. Elérés 2021. 01.10. <https://earthsky.org/space/what-is-nasas-artemis-program-moon>;
- [6] „Artemis Program - eoPortal Directory”. Elérés 2021. 01.11. <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/a/artemis-program>;
- [7] William Harwood, „NASA Names 18 Astronauts for Artemis Moon Missions – Spaceflight Now”. Elérés 2021. 01. 10. <https://spaceflightnow.com/2020/12/09/nasa-names-18-astronauts-for-artemis-moon-missions/>;
- [8] The European Space Agency, „Gateway”. Elérés 2021. 01.10. [https://www.esa.int/Science\\_](https://www.esa.int/Science_)

- Exploration/Human\_and\_Robotic\_Exploration/Exploration/Gateway;
- [9] Canadian Space Agency, „The Lunar Gateway”, 2019. 01. 09. <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronomy/moon-exploration/lunar-gateway.asp>;
- [10] Andrew Jones. „Russian Space Chief Disses NASA's Artemis Moon Landing Plans”. Space.com, 2020. 11. 04., Elérés 2021. 01. 08. <https://www.space.com/russia-space-agency-chief-criticizes-nasa-moon-plans>;
- [11] <https://time.com/5627637/nasa-nazi-von-braun/>;
- [12] [https://www.autoevolution.com/news/falcon-heavy-going-for-first-night-launch-on-monday-carries-human-ashes-live-135421.html#agal\\_0](https://www.autoevolution.com/news/falcon-heavy-going-for-first-night-launch-on-monday-carries-human-ashes-live-135421.html#agal_0);
- [13] <https://www.oneindia.com/india/nasa-artemis-project-in-pics-why-this-moon-mission-unique/articlecontent-pf35690-2967681.html>;
- [14] <https://www.nasaspaceflight.com/2019/08/nasa-advances-robotic-crewed-moon-landings/>;
- [15] <https://rosinform.press/u-roskosmosa-prosyat-eshhe-18-mlrd-rublej-na-kosmicheskij-korabl-orel/>;
- [16] [https://www.info-quest.org/documents/PDF/Boeing\\_SLS\\_BOOKLET.pdf](https://www.info-quest.org/documents/PDF/Boeing_SLS_BOOKLET.pdf);
- [17] <http://www.additivalab.com/en/blog/nasa-completes-hot-fire-testing-of-rs-25-rocket-engine-with-metal-armor-component/>;
- [18] <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-completes-key-milestone-for-orion-spacecraft-in-support-of-journey-to-mars>
- [19] <https://www.nasaspaceflight.com/2018/03/cislunar-station-new-name-presidents-budget/>;
- [20] <https://spectrum.ieee.org/aerospace/space-flight/nasas-lunar-space-station-is-a-great-terrible-idea>;
- [21] <https://www.planetary.org/space-images/exploration-mission-1>;
- [22] <https://www.spaceflightinsider.com/organizations/lockheed-martin-organizations/lockheed-martin-unveils-orion-based-moon-lander-concept/>;
- [23] <https://www.spaceflightinsider.com/organizations/nasa/nasa-seeking-proposals-for-human-rated-lunar-lander-systems/>.

#### JEGYZETEK

- 1 National Aeronautics and Space Administration (Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatal).
- 2 <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>.
- 3 International Space Station (ISS) – Nemzetközi Űrállomás.
- 4 European Space Agency (ESA) – Európai Űrügynökség.
- 5 Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G) – Hold körül keringő űrállomás.
- 6 Power and Propulsion Element (PPE) – energiaellátó és hajtóműegység.
- 7 Minimal Habitation Module (MHM) – Habitation and Logistics Outpost – HALO, lakó, és logisztikai modul, más néven Minimális Habitation Modul (MHM) korábbi nevén Mini-Hab (MH).
- 8 Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) – Japán Űrkutatási Ügynökség.
- 9 Kanadai Űrügynökség (Canadian Space Agency).
- 10 Федеральное космическое агентство, magyar átírásban: Fegyveralnoje koszmicseszkoje agenzstvo, rövidítve RKA, rövid nevén Roszkoszmosz – Orosz Szövetségi Űrügynökség.
- 11 Solid rocket booster (SRB) – Szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéta.
- 12 Alliant Techsystems Inc. (ATK) – Amerikai Űr, Védelmi, és Sportszergyártó Vállalat.
- 13 A CubeSat kocka alakú, kis tömegű és méretű, általában 500 kg-nál kisebb miniatűrízált műholdat jelent.
- 14 NASA's Commercial Lunar Payload Services (CLPS) – A NASA kereskedelmi holdi hasznos-teher-szolgáltatása.