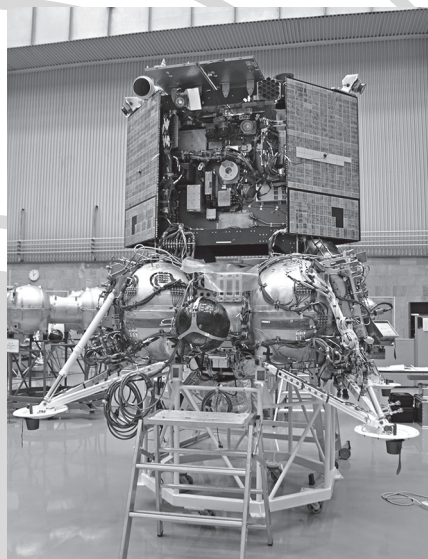


# A Luna program múltja és jövője II.

A régi idők bemutatása után lássuk a Luna program jövőjét! (A cikk első része a Meteor 2021/4. számában jelent meg.) A Luna-sorozat folytatásáról szóló újabb elképzelések először a 2010-es évek elején láttak napvilágot. Eltekintve ezek tárgyalásától, most azt vesszük végig, hogy a dolgok jelen állása szerint mit tudunk az új eszközökről, és az általuk végrehajtásra tervezett kutatási programokról. Ne felejtjük, hogy az automata űreszközökkel történő kutatás deklarált végső célja ezúttal is az emberes Holdra szállás megvalósításának az előkészítése, és a potenciális gazdasági hasznosíthatóság felmérése (víz, tórium, hélium-3 stb. kitermelése). Az orosz űrhajósok úgy mondják, hogy a Hold a hetedik kontinens, és velük, vagy nélkülük, de ennek a kontinensnek a felfedezése és meghódítása elkerülhetetlenül megtörténik.

A sorban az első űreszköz, amelyről már részletesen be tudunk számolni, a Luna-25 (Luna Glob). Hosszas tervezgetés és a kijelölt indítási céldátumok sorozatos tologatása után a szonda indítására a tervek szerint 2021. október 1-jén (tartalék dátum: október 30.) kerül sor az oroszországi Vosztocsnij (Keleti) kozmodromról. Már maga a szonda számozása is jelképes, és az elődökkel való folytonosságot hivatott érzékelteni. A szonda a Hold felé vezető úton két pályakorrekciót hajt végre, és az indítás dátumától függően 4,5 vagy 5,5 nap repülés után áll Hold körüli poláris pályára. Várhatóan 3–5 napig fog parkolópályán keringeni, eközben a földi irányítás a keringési adatok alapján pontosítja a leszálláshoz szükséges pályát. A kijelölt fő leszállóhely a déli pólus közelében lévő Boguslawsky-krátertől északra, míg a tartalék a Manzinus-krátertől délnyugatra fekvő terület. A leszállási műveletnél nem törekednek nagy pontosságra, a kijelölt területek egy 15x30 km méretű ellipszist formálnak. Mivel a leszállás során a szonda

nem képes korrekciókat végezni, fontos, hogy a terület kellően sík és akadálymentes legyen.



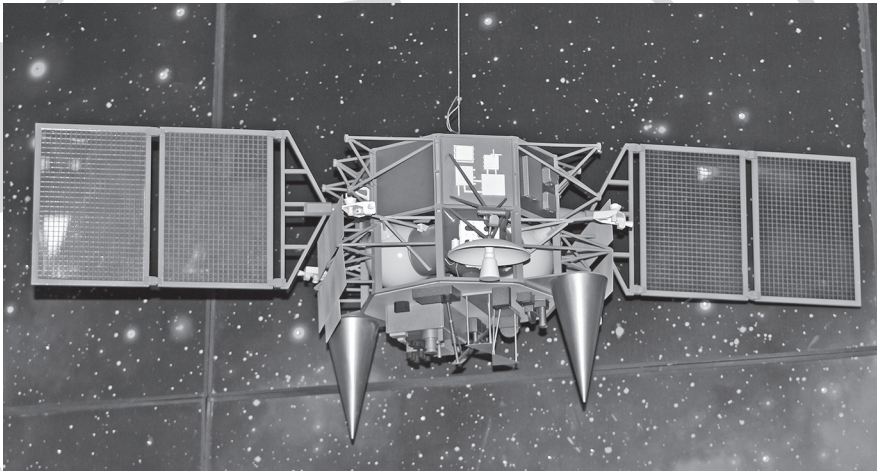
A Luna-25 a szerelőcsarnokban ([www.roscosmos.ru](http://www.roscosmos.ru))

A Luna-25 két fő részből áll. Az alsó a leszálló egység, ide szerelték fel az antennákat és a mintavevő eszközt is. A felső rész foglalja magába a nem hermetizált műszer-egységet, a napelemeket, a hőszabályzót, az elektronikus eszközöket, a tudományos műszereket, valamint az energiaellátó berendezést. A Luna-25 kilenc különböző tudományos műszert visz magával, amelyeket egy ún. termosztabilizációs panelek helyeznek el, amely nappal passzív radiátoros hűtést biztosít, míg éjszaka radioizotópos sugárforrással tartja melegen az eszközöket. A műszerek egy kivételével orosz gyártmányúak, egyedül a Pilot-D-t gyártotta az Európai Űrgyűzőség (ESA). A Pilot-D teljes komplexitásában szintén a Luna-27 Holdra

szálló szonda számára készül. Az elvégzendő kísérletek közül kiemelkedik a 15–30 cm mélységből történő helyszíni talajminta vétel és analízis, melynek egyik célja a regolit víztartalmának a meghatározása. Ezenkívül a szondán elhelyezett nyolc kamerával folyamatosan felvételeket készítenek magáról a leszállásról, majd a felszínről.

A Luna-25 olyan technológiai kísérletnek tekinthető, ahol a mérnöki feladatok közé tartozik a leszállás technológiájának kidolgozása, a fedélzeti műszerek valós körülmények közötti kipróbálása, míg a tudományos feladatok a poláris régió talajának, kiemel-

A Luna-26 (Luna Reszursz-1 OA) indítását 2024. november 13-ra tűzték ki. Ez egy poláris pályán keringő egység lesz, és távméréseket végez a Holdról, valamint annak környezetéről. A Luna-26 információkat gyűjt a Luna-25 szondáról, várhatóan átjátszó állomásként is fog funkcionálni a vele közel egy időben indítandó kínai Csang'e-7 szondával, valamint a majdani Luna-27 leszálló szondával. A Luna-26 jelenleg az ún. konstrukciós makett kidolgozásának fázisában van, zajlik a dokumentáció elkészítése, és a szonda részegységeinek koncepcionális tervezése. A szonda műszerei nemzetközi



A Luna-26 makettje (ru.wikipedia.org)

ten annak víztartalmának a vizsgálatára, valamint az exoszféra tanulmányozására terjednek ki. A kapott eredmények függvényében fogják meghatározni a Luna-27 feladatait és műszerezettségét.

A szovjet időktől eltérően ezúttal számos földi tesztet végeznek a szonda különböző technológiai makettjein, és a repülő példányon. Úgy tűnik, hogy az orosz űrprogramoknál a nemzetközi együttműködés jelentősen elősegíti azok realizálódását, és ez esetben az ESA-val történő kooperáció hozzájárulhat ahhoz, hogy idén októberben valóban sikeresen folytatódjon a legendás Luna-sorozat története.

együttműködésben készülnek. A Luna-26 működését legalább három év időtartamra tervezik, ebből egy évig alacsony poláris körpályán fog keringeni. A tudósok javasolják, hogy a programban szerepeljen az eszköz manővereztetése, ezáltal a gravitációs anomáliák minél pontosabb felmérése. Az alacsony pályán való keringés közben a szonda tudományos feladatai közül kiemelendő a holdfelszín 2–3 méter felbontású, háromdimenziós térképezése, amely lehetővé teszi a következő szondák és űrhajók potenciális leszállóhelyeinek felmérését, ezáltal kellő mennyiségű adat fog rendelkezésre állni a biztonságos automatikus

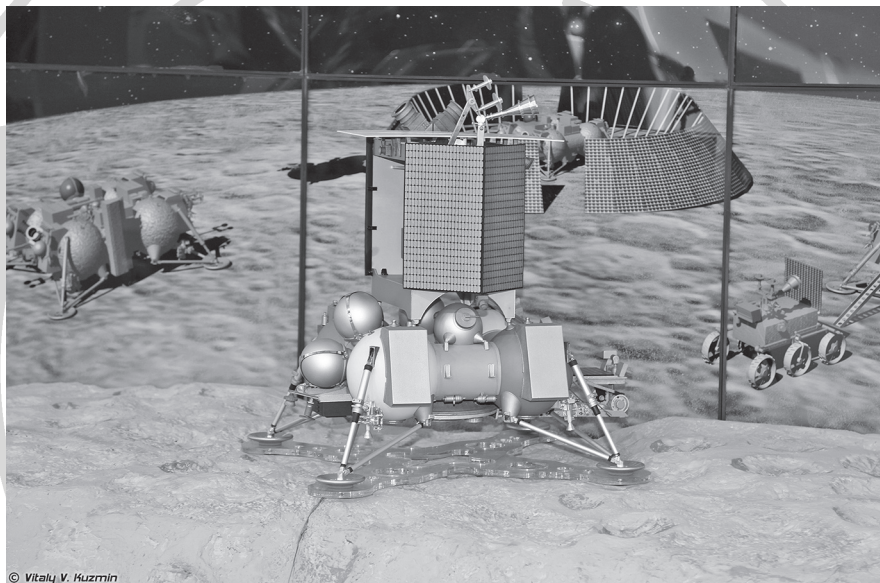
## meteor

leszállásokhoz. Egy év leteltével a szondát elliptikus, harminc éven át stabil pályára állítják át.

A Luna-27 (Luna Reszursz-1 PA) leszálló, mintavevő küldetés lesz, felbocsátására előreláthatólag 2025. augusztus hónapban kerül sor. A Luna-27 ereszkedés közben folyamatosan monitorozza majd a déli poláris régióban kijelölt célterületet (az oroszok feltételelesen „holdi gyakorlóter”-nek nevezik) és az addigra tökéletesített európai Pilot-D

tó viszonyainak megbecslése témakörében. Tervezik, hogy a holdtalajból vett mintákat a következő misszió az addig kifejlesztendő visszatérő egység segítségével a Földre juttatja. A Luna-27 a konstrukció tervezésének fázisában van.

A Luna-28 (Luna Reszursz-2 vagy Luna Grunt) küldetés egy leszálló, mintavevő, és a mintákat Földre szállító űreszköz lesz, felbocsátása leghamarabb 2027-ben várható. A leszállásra és a mintavételezésre a déli



© Vitalij V. Kuzmin

A Luna-27 látványterve 2013-ban (Vitalij V. Kuzmin, ru.wikipedia.org)

berendezés segítségével képes lesz korrigálni a repülését. Elképzelhető, hogy a Luna-27 egy kisméretű, indiai készítésű járművet is visz magával, de ez a kérdés még nem dőlt el. A szonda az ESA által kifejlesztett fúróberendezéssel lesz felszerelve, mellyel 2-3 helyről vesz mintát, különböző, de maximum 2 méter mélységből. A helyszíni analízis során kiemelt feladat lesz a víz keresése, valamint a minták mineralógiai, vegyi és izotóppozíciójának meghatározása. A programban a CSFK részéről a Kereszturi Ákos vezette kutatócsoport működik közre a leszállóhely kiválasztása és a fúrás várha-

pólusnál kerül sor, egyes javaslatok szerint a Luna-27 közelében, így annak mintáit is be tudná gyűjteni és a Földre szállítani. A begyűjtött holdtalajmintákat eredeti állapotukban, hermetikusan elzárva és hűtve fogják a Földre juttatni. A holdtalajvizsgálók egyik célja a holdpor emberi egészségre való veszélyességének elemzése, valamint a talaj építőanyagként történő felhasználhatóságának a megállapítása lesz. Lehetséges, hogy ez a leszállóegység is visz magával egy kisebb orosz, vagy német fejlesztésű holdjárót. A Luna-28 projekt még csak az előzetes tervezés fázisában van.

A Luna-sorozatra vonatkozó távlati tervekről csak nagy vonalakban, elképzelések szintjén tudunk beszámolni. Az Orosz Tudományos Akadémia Koszmosz Kutatások Intézetének igazgatója, Anatolij Petrukovics 2019 januárjában arról tájékoztatta a sajtót, hogy 2028-ban a Luna-29 egy nehéz holdjárót juttathat a Hold felszínére. A RIA orosz hírügynökség 2019 februárjában egy meg nem nevezett forrásra hivatkozva arról adott számot, hogy a 2031–35 közötti időszakban négy Luna holdszonda körvonalazódik. Eszerint a Luna-30 egy többször felhasználható, az emberes utazásokat kiszolgáló űrhajót szállítana le a Holdra. A Luna-31 egy nagyjából 5 tonna holdjárművet vinne magával, amelyben már lennének helyi erőforrásokat feldolgozó berendezések. A Luna-32 a holdbázis építéséhez szükséges nagy tömegű, összesen 6 tonna tömegű modul, vagy modulokat szállítana, míg a Luna-33 ismét egy orbitális, híradást és navigációt biztosító egység lenne.

A Roszkoszmosz által megjelentetett Russzkij Koszmosz (Orosz Koszmosz) című internetes havilap 2020. novemberi számában megjelent egy cikk a többször felhasználható holdi teherűrhajó koncepciójáról. Az egyelőre csak javaslat szintjén megfogalmazódott elgondolás szerint a 2026–2035 közötti időszakra vonatkozó tervek között szerepelne egy Korvet elnevezésű, többször felhasználható, automatikus teher szállító eszköz kifejlesztése, amely képes lenne különféle hasznos terhek szállítására a holdfelszínről Hold körüli pályára, és fordítva. A teherszállító űreszközt úgy alakítanák ki, hogy a Hold körüli orbitális pályán üzemanyaggal újratölthető legyen. Ugyanitt olvashatunk arról is, hogy az orosz akadémiai kutatók javasolják ezen kívül egy nehéz holdjáró kifejlesztését a déli poláris régió geológiai kutatása céljából, amely a hagyomány folytatásaként a Lunohod-3 nevet kapná. Ezek a koncepcionális javaslatok mindenesetre összeesengenek a fenti, távlati elképzelésekben felvázolt célkitűzésekkel.

A szovjet Luna-szondákat eredetileg a holdutazás előkészítése és támogatása érdekében kezdték fejleszteni. A holdverseny alakulása függvényében, mintegy kényszer szülte pótmegoldásként, ideológiai célokat is szolgálva, ezekkel az eszközökkel sikerült valóban világraszóló eredményeket elérni. Bár történelmietlen a kérdés, mégis felvetődik, hogy hol tartanánk ma, ha annak idején akár takaréklángon is, de folytatódott volna a Hold űrszondás kutatása, és az akkori eredmények megismétlésére nem kellett volna majd ötven évet várni. A mostani helyzetben a Luna programot szinte a nulláról, a tapasztalatok újra megszerzésével, a régi időkhoz képest jóval szerényebb költségvetéssel kell újratekdeni. Számos nyitott kérdés vár megválaszolásra. Csak a jövő dönti el, hogy a Hold kutatása, és erőforrásainak kiaknázása újfajta holdversenyt szül, vagy inkább a nemzetközi együttműködést mélyíti el? Lehet, hogy egy időben mindkettőnek tanúi lehetünk, legalábbis vannak erre utaló jelek. Ezen a téren egyszerre játszanak szerepet tudományos, technológiai, jogi, költségvetési és politikai tényezők. Mindenesetre az a tény, hogy a tekintélyes „Luna” név ismét megjelenik a rivális programok között, egészen biztosan serkentő hatással lesz a holdkutatás egészére.

*Juhász László*



ПОЧКОСМОС