



1. ábra. Eugene A. Cernan, az Apollo-17 parancsnoka 1972. december 11-én, az első autós túra előtt kipróbálja az LRV-t. A jármű több alkatrészét az űrhajósoknak kellett indulás előtt a helyére szerelniük, itt a Föld felé néző parabolaantenna és a mellé kerülő, a Földről irányított tévékamera még hiányzik az autóról. (A felvételt Harrison H. Schmitt geológus-űrhajós, a holdkomp pilótája készítette) [11]

Dr. Both Előd*

Holdautók és marsjárók I. rész

AZ ELSŐ AUTOMATA HOLDJÁRÓK: A LUNOHODOK

A sikeres küldetésű automata, önjáró járművek történetében időrendben a Szovjetunió az elsőség, ugyanis a Lunohod-1 laboratórium volt az első jármű egy idegen égitesten, nevezetesen a Holdon. [1] (A *Луноход* nevének mai szabályos átírása Lunahod lenne, de mivel a korabeli átírás szerinti Lunohod forma honosodott meg, ezt használjuk.) Az 1970. november 10-én indított Luna-17 vitte a járművet a Holdra, amellyel november 15-én szállt le az Esők tengerében (Mare Imbrium), a 38,24 É, 35,00 Ny ko-

ordinátájú helyen. [2] A csonkakúp alakú holdjáró nyolc, egymástól független meghajtású keréken gördült. Az irányítóközponttal kapcsolatot tartó antennákon kívül négy tévékamera és több tudományos műszer működött a 756 kg tömegű holdjárón. A tudományos műszerek a holdtalaj mechanikai vizsgálatára voltak alkalmasak, de emellett helyet kapott a járművön egy röntgenspektrométer, a kozmikus sugárzást mérő detektor és egy lézertükör is. Energiaellátását 180 W teljesítménnyel a műszertartály tetéjén elhelyezett napelemek biztosították, a holdi éjszakákon a tartály fedelét becsukták, és egy radioaktív izotópos

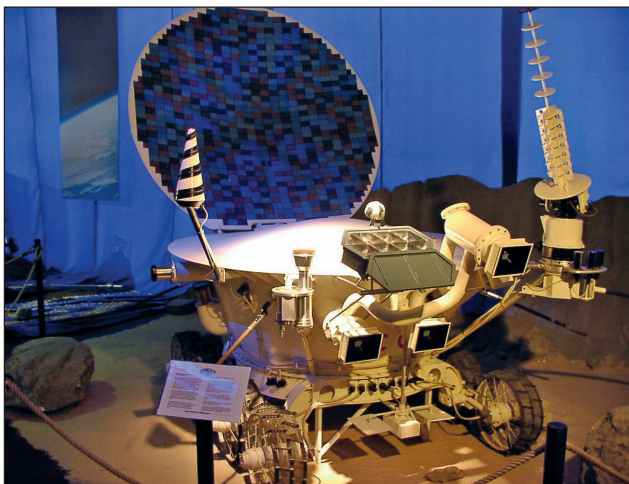
ÖSSZEFOGLALÁS: Fél évszázada, 1971 nyarán használták az első, ember vezette járművet a Hold felszínén. A következő évben további két, ugyanolyan jármű is érkezett a Holdra. Az elmúlt időszakban több robotjármű is eljutott és feladatot hajtott végre a Holdon, és a közelmúltban már a Marson is megkezdődött a kutatótevékenység. A félészázados évforduló alkalmából felidézünk az idegen égitestekre eddig eljutott járművek történetét, és magyar vonatkozása okán kitérünk az Apollo-programban használt holdjáróra is. E tanulmányunk azonban nem témája a két égitest körül keringő robotszondák, illetve a helyváltoztatásra képtelen leszállóegységek munkájának tevékenységének.

KULCSSZAVAK: holdjárók, marsjárók, a Hold kutatása, a Mars kutatása, Apollo-program, Pavlics Ferenc

ABSTRACT: Half a century ago, on the summer of 1971 was transported to the Moon the first human driven vehicle. In the following year it was followed by two more similar ones. In the meantime and since then several other robotic vehicles had been taken not only to the Moon, but to the Mars, too. We review the history of these vehicles, due to its Hungarian relevance with special emphasis to the Lunar Roving Vehicle, used in the Apollo program. However, we do not cover the work of robotic probes, i.e. orbiters, as well as landers unable to move, used in the exploration of these celestial bodies.

KEY WORDS: Lunar rovers, Mars rovers, Lunar exploration, Exploration of Mars, Apollo program, Ferenc Pavlics

* Csillagász, a Magyar Asztronautikai Társaság elnöke. ORCID: 0000-0002-2398-9507



2. ábra. A Lunohod-2 modellje a Frankfurtban 2002-ben megrendezett „Oroszország a világűrben” című kiállításon [12]

fűtőberendezéssel akadályozták meg a műszerek kihűlését. A három holdi nappalra tervezett működési idejét jelentősen túlszárnyalva, 11 holdi nappalon át működött, mialatt több mint 20 ezer egyszerű és 200 panoráma tévéképet továbbított. A Hold felszínén 10,54 kilométert (későbbi elemzések szerint [4] csak 9,93 kilométert) tett meg, miközben több mint 500 talajvizsgálatot végzett. Működését 1971. október 4-én fejezte be.

A Lunohod-program az Apollo-programmal időbeli átfedéssel zajlott. A szovjetek már az első amerikai holdra szállás előtt (de az Apollo-8 Hold körüli keringése után), 1969 februárjában elindítottak egy Lunohodot, amely azonban a start után, a hordozórakéta felrobbanásakor megsemmisült. Amikor a Lunohod-1 eljutott a Holdra, az amerikaiak már túl voltak az első két „gyalogos” holdra szálláson, az első amerikai holdautó érkezése azonban a Lunohod-1 működési idejére esett. Mire a Lunohod-2 a Holdra érkezett, addigra azonban az Apollo-program már véget ért.

A Lunohod-2-t (2. ábra) az 1973. január 8-án indított Luna-21 holdszonda szállította a Holdra. Január 15-én szállt le a 61 km átmérőjű Le Monnier-kráterben (28,85 É;

3. ábra. A Lunohod független villanymotorokkal hajtott kerekei a frankfurti kiállításon bemutatott modellen. A kerekek a kisebb haladási sebesség miatt merev felépítésűek, eltérően az űrhajósokat is szállító, nagyobb sebességre tervezett Apollo-holdautó kerekeitől [13]



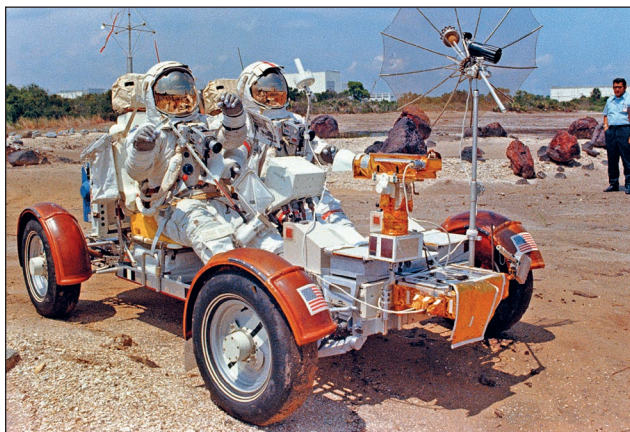
30,45 K) a Derülség tengere (Mare Serenitatis) keleti peremvidékén. [3] Tudományos feladatai közé tartozott annak megállapítása, lehet-e csillagászati megfigyeléseket végezni a Holdról, emellett mérte a holdtalaj mechanikai tulajdonságait, a helyi mágneses teret, a Nap röntgensugárzását, valamint a rajta elhelyezett lézertűkörrrel a pontos Föld-Hold-távolságot is mérni lehetett. A 840 kg tömegű jármű felépítése elődjére hasonlított, de annak több komponensét korszerűsítették. A jármű két üzemmódban, 1 km/h, illetve 2 km/h sebességgel tudott haladni. (3. ábra) Három tévékamerája közül a navigációs célokat szolgáló felvevőgép négy különböző sebességgel (3,2; 5,7; 10,9 vagy 21,1 másodpercenként egy-egy képkocka) készített nagy felbontású tévéképeket, amelyek alapján a földi irányítók meghatározták a követendő útvonalat. Energiaellátását, elődjéhez hasonlóan napelemek biztosították, a műszerek éjszakai fűtéséről polónium-210-es radioaktív izotóp gondoskodott. A Lunohod-2 négy hónapig működött, mialatt – részben a korszerűsített navigációs kameráknak köszönhetően – 37 kilométert tett meg. Ez a távolság holdfelszíni rekord, az Apollo-program holdautói is csak ennél rövidebb távolságokat tettek meg. (A 37 km-es távolságot egy „pótkerék” fordulatszáma alapján számították, amelynek mérési pontosságát eleve csak 10–15% körülnek becsülték. Később a Hold körül keringő, amerikai Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) szonda felvételei alapján 42,1–42,2 km-t mértek, végül kompromisszumként 39 km-t fogadtak el hivatalosan megtett távolságként. [4]) Kamerái 86 panorámaképet és több mint 80 ezer egyszerű tévéképet készítettek. Küldetését hivatalosan 1973. június 4-én nyilvánították befejezettnek, de a passzív lézertűkört később is használták a Hold távolságának mérésére. Egy, a közreműködő szakemberek beszámolóját tartalmazó tanulmány [5] szerint a Lunohod-2 idő előtti vesztét egy navigációs hiba okozta. Az árnyékok megtévesztették az irányítókat, a jármű egy kisebb gödörbe került, ahonnan ki tudott ugyan jönni, de a műszertartály fedele hozzáért a kis kráter falához, és holdpor hullott bele. Amikor éjszakára becsukták a fedelet, a por beborította a hőszabályozást biztosító radiátort, és amikor a következő holdi napon kinyitották a fedelet, a műszerek hamar túlmelegedtek.

AZ APOLLO-PROGRAM HOLDAUTÓI

A holdautó – hivatalos nevén Lunar Roving Vehicle (LRV) – eredetileg nem volt az Apollo-program része, a gondolat csak az 1960-as évek közepén merült fel, amikor már javában folyt a fejlesztés (az Apollo-programot Kennedy elnök 1961 májusában hirdette meg, azzal a felszólítással, hogy az amerikai űrhajósoknak még az évtized vége előtt le kell szállniuk a Holdra). Nagyobb, 3 tonna körüli vagy azt meghaladó tömegű, ember vezette holdjárókra vonatkozó előtanulmányok már készültek ugyan, de nem valósultak meg. A kisebb és könnyebb, tehát az űrhajósokkal együtt a Holdra szállítható jármű elkészítéséről csak két hónappal az első sikeres holdra szállás előtt, 1969 májusában született a döntés. [6] A NASA csak az Apollo-11 sikeres holdra szállása után, 1969. október 29-én kötött szerződést a Boeinggel (a céget négy ajánlattevő közül választották), úgy, hogy az autónak az Apollo-15 akkor még 1971 márciusára tervezett startjára kellett volna elkészülnie. Mindenesetre – még az Apollo-13 balesete okozta késést is figyelembe véve – az LRV lett méretéhez képest minden idők leggyorsabban elkészült űreszköze. (4. ábra)

A megalkotásáról szóló döntés előtt komoly vita folyt a NASA-n belül arról, hogy szükség van-e egyáltalán az LRV-





4. ábra. A holdautó földi példányának tesztelése a Johnson Űrközpontban. A földi próbákra szánt változatot nagyobb teherbírására készítették, a Holdra szánt példányok a Földön nem bírták volna el az 500 kg szállítandó tömeget [14]

re. Az ellenzők szívesebben látták volna, ha az autó helyett a leszálláshoz használt üzemanyag tömegét növelték volna meg, fokozva ezzel a biztonságot. Utólag visszatekintve azonban egyértelmű, hogy az LRV beváltotta a hozzá fűzött reményeket, hatékonyabbá tette a Holdon végzett kutatómunkát. Az első három („gyalogos”) küldetés űrhajósai öt, az autós küldetések űrhajósai 9 hold sétát hajtottak végre. Előbbiek összesen 96,59 kg, utóbbiak 283,48 kg kőzet- és pormintát gyűjtöttek, vagyis az egy hold sétá alatt gyűjtött minták mennyisége (19,32 kg, illetve 31,5 kg) a jármű használatának köszönhetően több mint 60%-kal nőtt. (1. táblázat) Emellett fontos szempont, hogy az LRV-vel nagyobb területet tudtak bejárni, így geológiailag változatosabb anyagot gyűjthettek. A kép teljességéhez hozzátartozik, hogy az LRV elkészítésére a Boeinggel kötött első szerződés összege 19 millió dollár volt, amely később a duplájára, 38 millióra nőtt, de mindez az Apollo-program teljes, 25,4 milliárd (akkori!) dollár (>150 milliárd, jelenlegi árfolyamon) becsült költségvetésének [7] csupán 1,5 ezrelékét tette ki.

A járműnek számos előzetesen megfogalmazott követelményt kellett teljesítenie, ezeket a specifikációkat a Marshall Űrközpont projektcsoportja Saverio F. Morea vezetésével dolgozta ki. Alapvető feltétel volt, hogy a légkör nélküli Holdon, az ottani szélsőséges hőmérsékleti viszonyok között is működőképesnek kellett lennie, továbbá előírták, hogy az LRV-nek az árnyékos területeken is működnie kell.

1. táblázat. Az LRV-k hatékonyságát bizonyító szám adatok [6] alapján*

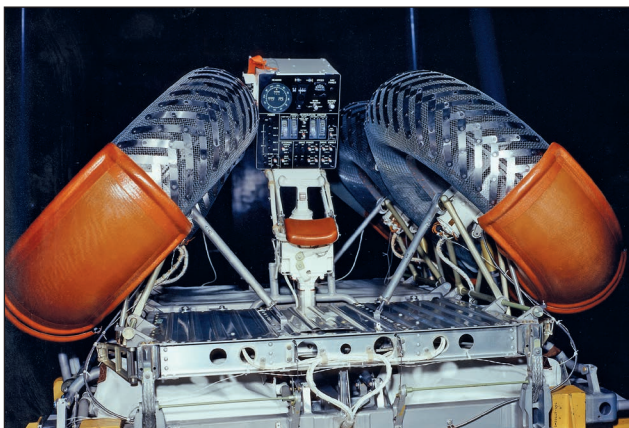
	Apollo-14	Apollo-15	Apollo-16	Apollo-17
A jármű mozgásának időtartama (óra:perc)	–	3:02	3:26	4:26
A felszínen megtett távolság (km)	5,3	27,8	26,7	35,9
Az űrhajósok által a holdkompon kívül töltött idő (óra:perc)	9:23	18:33	21:00	21:30
A jármű átlagsebessége (km/h)	–	9,2	7,7	8,0
Elért legnagyobb távolság a holdkomptól (km)	?	5,0	4,5	7,6
Megtett legnagyobb távolság (km)	kb. 2,4	12,5	11,6	20,1
Gyűjtött anyagminta tömege (kg)	42,6	77,1	96,6	112,9

* Az űrhajósok nagyobb távolságot tudtak megtenni és nagyobb tömegű kőzetet tudtak gyűjteni az utolsó „gyalogos” küldetéshez (Apollo-14) viszonyítva.

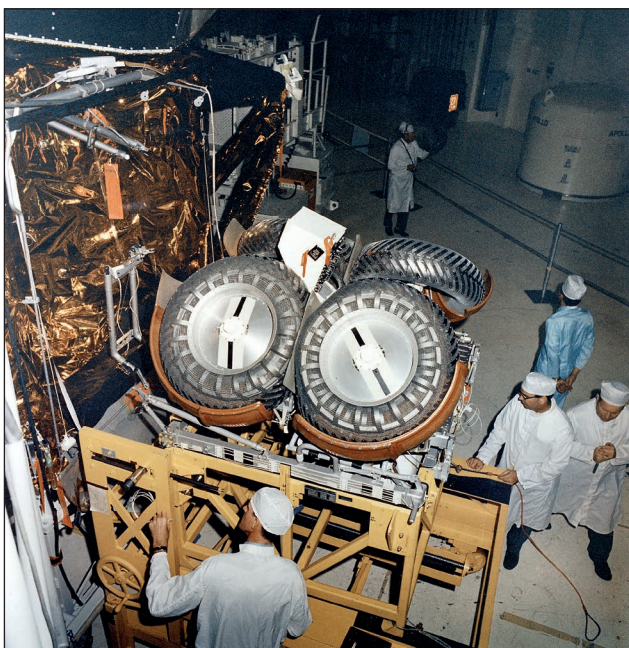


5. ábra. Az utolsó holdraszállás (Apollo-17) legénysége 1972 szeptemberében a Kennedy Űrközpontban, háttérben a küldetésüket decemberben elindító Saturn-V rakétával. Az autón Eugene A. Cernan parancsnok ül, mögötte balra Harrison H. Schmitt, a holdkomp pilótája áll, jobbra pedig Ronald E. Evans, a parancsnoki kabin pilótája, aki nem szállt le a Holdra, hanem az űrhajóval a Hold körül keringett, miközben társai a felszínen dolgoztak [15]

A holdjárót alkalmassá kellett tenni a Hold sajátos üledék és szállópor-koncentrációjához, jölehet a tervezés kezdeti fázisában még nem volt ismert, hogy az éles peremű szemcsékből álló holdpor milyen agresszíven rongálja a felületeket, amelyekre könnyen rátapadt. Komoly feltétel volt, hogy az eredeti specifikáció szerint 180 kg üres tömegű autónak (a megvalósult LRV 210 kg-os tömegű lett) el kell bírnia a két űrhajóst teljes felszerelésben, eszközeiket és a kőzetmintákat, amelyek együttes maximális tömegét 490 kg-ban határozták meg. (Ez azt jelentette, hogy az LRV-nek saját tömege kétszeresét kellett elbírnia, szemben az átlagos földi személyautóknál szokásos 50%-kal.) Különleges követelmény volt, hogy a járműnek még 45°-os lejtőn is stabilnak kellett maradnia. Mint az LRV vezető tervezője, Pavlics Ferenc egy interjúban [8] elmondta: „A kocsinak a nehéz holdi terepen biztonságosan kellett mozognia, 25 fokos emelkedőn fel kellett tudnia kapaszkodni, 30 cm magas akadályra felmászni, vagy 70 cm széles kráteren, árkon áthajtani. Oldalirányú stabilitására jellemző, hogy még 45 fokos lejtőn sem borulhatott fel. Ráadásul mindezen műszaki elvárásoknak –160 és +125 fokos hőmérsékleti tartományban kellett eleget tennie.” (5. ábra)



6. ábra. A holdautó behajtott hátsó kerekei a jármű szállításra kész állapotában [16]



7. ábra. Az LRV csak összehajtogatva fért be a holdkomp alján kialakított, alig 1 köbméter térfogatú rekeszbe. A képen a Kennedy Űrközpont munkatársai teszik helyére a szállításra kész autót [17]

Az autó Holdra szállításához a holdkompban mindössze 1 m³ helyet tudtak szorítani, így az LRV-t összehajtvá kellett tárolni. (6., 7. ábra) [10] Ugyanakkor azt is megkövetelték, hogy az eszközt a Holdon az űrhajósok legfeljebb 15 perc alatt üzemkész állapotba tudják kicsomagolni akkor is, ha a holdkomp 14,5°-kal megdőlt helyzetben száll le, az alja pedig a talajtól 35–157 cm között bármekkora magasságba kerülhet. Előírták a kritikus rendszerek redundanciáját (többszörözését), továbbá a kezelőszervek középen, mindkét űrhajós számára elérhető módon történő elhelyezését. (A valóságban ez csak lehetőség maradt, mert Pavlics Ferenc visszaemlékezése szerint [8] a parancsnokok egyetlen alkalommal sem engedték át társuknak az autó vezetését.) Végül, a járműre olyan navigációs rendszert kellett készíteni, amelynek segítségével az űrhajósok mindig pontosan tudták, hol járnak, sőt azt is, hogy vészhelyzet esetén melyik a legrövidebb, a holdkomphoz visszavezető útvonal.

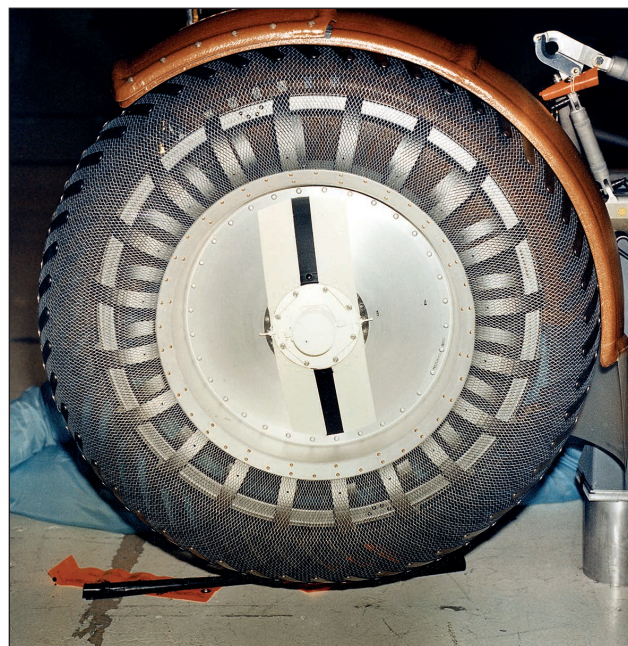
A holdautót, fővállalkozóként a Boeing építette, de alvállalkozóként jelentős szerepet kapott a General Motors

(GM) Santa Barbara-i (Kalifornia) részlege. A jármű mozgását végző alrendszer például az alváz kivételével teljes egészében a GM építette. Vezető tervezője egy Kaliforniában letelepedett, a GM-nél dolgozó magyar származású gépészmérnök, Pavlics Ferenc [8] (lásd a keretes írást) volt. A tervei alapján elkészült LRV hosszúsága 3,1 méter, szélessége 1,8 méter, tengelytávolsága 2,3 méter, magassága 1,4 méter, hasmagassága – teljes terhelés alatt – 35 cm volt. Négy kerekét elektromos motorok hajtották, amelyeket akkumulátorok tápláltak. A járműre kamera és a Földdel közvetlen kapcsolatot biztosító parabolaantenna is került. Maximális tervezett sebessége 13–14 km/h volt, de az Apollo-16 parancsnoka 18 km/h-val felállította a holdfelszíni sebességrekordot, igaz, akkor csak egyedül ült az autón.

A négykerekű jármű elején, az alváz 95 cm széles, 74 cm hosszú keretén kaptak helyet az akkumulátorok, a meghajtást vezérlő és a navigációs elektronika, valamint a tévéadást továbbító irányított antenna. A szélesebb, csaknem négyzet alakú (1,41 m széles, 1,35 m hosszú) középső részén helyezték el az űrhajósok üléseit a lábtartókkal és a jármű kezelőszerveit, valamint a hangcsatornát továbbító, minden irányban sugárzó antennát. Az ülések mögött, az elülsőhöz hasonló, de annál 4 cm-rel rövidebb kereten alakították ki a „csomagtartót”, itt helyezték el az űrhajósok eszközeit, a tudományos műszereket és a begyűjtött mintákat. (Az energiaellátó rendszert, az antennákat, a tudományos műszereket és a mintagyűjtéshez szükséges eszközöket a houstoni Johnson Űrközpontban (Johnson Space Centerben – JSC) készítették. A szükséges felszerelést az űrhajósok a Holdon, az autó kicsomagolása után helyezték el a járművön. (1. ábra)

Az LRV kerekeit Pavlics Ferenc szabadalma alapján készítették el. A 80 cm átmérőjű, 23 cm széles, egyenként 5,4 kg tömegű kerekek abroncsa cinkkel borított acélhuzalokból szőtt sodronyból készült, amit keresztfonatosan elhelyezett titánszalagok merevítettek, utóbbiak tették lehetővé a nyomatok jobb átadását. (8., 9. ábra) A megoldás a

8. ábra. Az LRV első Holdra szánt példányának (LRV No. 1.) egyik kereke közelről. A kerék a holdautó tervezését és építését irányító mérnökcsoport vezetője, Pavlics Ferenc szabadalma alapján készült [18]





9. ábra. A holdautó Pavlics Ferenc szabadalma alapján készített kerekének részlete. A zongorahúrokból szőtt hálót szegecsekkel felerősített titánszalagokkal vették körül. A megoldás nemcsak a kellő rugalmasságot biztosította, hanem a kerék kipörgését is megakadályozta a poros talajon [19]

sokkal lassabban közlekedő automata holdjárók merevebb kerekeivel szemben a nagyobb sebesség mellett is kellő rugalmasságot, így az űrhajósok számára kényelmesebb utazást biztosított. A földi tesztek eredménye szerint a kerék rugalmassága ahhoz is elegendő volt, hogy az LRV 14 km/h sebességgel 30 cm magasan kiálló sziklákon is a futómű megrongálódása nélkül haladjon át. A kerekeket egy-egy 0,2 kW teljesítményű, 36 V-os egyenárammal működő villanymotor mozgatta, amelynek forgását hullámhajtással (*harmonic drive*), 80:1 áttétellel vitték át a kerékre. A motort egy zárt házban helyezték el, amelybe 52 kPa

nyomású nitrogént töltöttek, nehogy holdpor kerülhessen a motorba, de a gáz egyúttal a hőtadást is segítette. A kerekeket mechanikusan szabadonfutó üzemmódba lehetett kapcsolni, a mechanikus féket pedig a vezérlés botkormányával működtették. Mind a négy kerék kormányozható volt, elfordulásukat kis villanymotorokkal biztosították, így 3 méteres fordulási sugarat értek el.

(Folytatjuk)

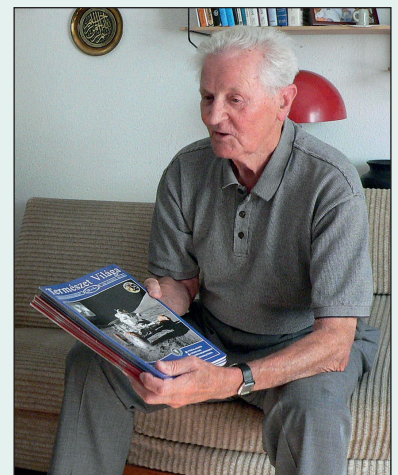
HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] „Lunar exploration spacecraft”. Elérés 2021. március 3. Moscow State University, Department of Lunar and Planetary Research <http://selena.sai.msu.ru/Home/Spacecrafts/Spacecraftse.htm>;
- [2] NASA Space Science Coordinated Archive, „Luna 17/Lunokhod 1” <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1970-095A>;
- [3] NASA Space Science Coordinated Archive, „Luna 21/Lunokhod 2” <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1973-001A>;
- [4] Alexandra Witze, „Space Rovers in Record Race”. *Nature News* 498, sz. 7454 (2013. június 20.): 284. <https://doi.org/10.1038/498284a.>;
- [5] Andrew Chaikin, „The Other Moon Landings”. *Air & Space Magazine*. Elérés 2021. március 17. <https://www.airspacemag.com/space/the-other-moon-landings-6457729/>;
- [6] Saverio F. Morea, „The Lunar Roving Vehicle – Historical Perspective.” in *The Second Conference on Lunar Bases and Space Activities of the 21st Century*, Proceedings from a conference held in Houston, TX, April 5-7, 1988. Edited by W. W. Mendell, NASA Conference Publication 3166, 1992., p.619 <https://space.nss.org/wp-content/uploads/>

PAVLICS FERENC

1928-ban a Vas megyei Balozsamegygyesen született. Szombathelyen, a Faludi Ferenc Gimnáziumban érettségizett 1946-ban. Gépészmérnöki diplomáját a Budapesti Műszaki Egyetemen (akkor József Nádor Műegyetem) szerezte. A Gépipari Tervező Intézetben mérnökként dolgozott, és közben a BME Gépgyártás-technológia Tanszékén tanított. Az 1956-os forradalom leverése után elhagyta Magyarországot. 1957 tavaszán Detroitban, a General Motors kutatóosztályán kapott állást, ahol terepjárók, lánctalpas járművek meghajtásával kapcsolatos alapvető kutatásokat végeztek, elsősorban a hadsereg számára. 1961-től a General Motors Santa Barbara-i részlegnél dolgozott, így kezdetől fogva a mintegy 400 fős fejlesztő csapat vezetőjeként, a holdjáró program műszaki igazgatójaként bekapcsolódott a Lunar Rover (holdautó) fejlesztésébe. A jármű kerekének különleges technikai megoldása az ő szabadalma. Az 1970-es évek végén a General Motors Európába helyezte, Bécsben majd Németországban dolgozott. Részben az általa kiépített kapcsolatoknak volt köszönhető, hogy később a GM Szentgotthárdra telepítette az Opel egyik gyárát. Az 1980-as években Németországban és Spanyolországban az Opel Corsa gyártását és minőségellenőrzését szervezte, irányította. Később hibrid hajtású és üzemanyagcellás járművek fejlesztésével foglalkozott, részt vett a Santa Barbara-i elektromos meghajtású autóbushálózat kifejlesztésében. A NASA szaktanácsadójaként 1996-ban részt vett a Pathfinder űrszonda távirányítású Mars-járműve, a Sojourner kifejlesztésében, majd 2003-ban a Mars Exploration Rover program két Mars-járója, a Spirit és az Opportunity tervezésében. Ezután a NASA Constellation programjában egy járműcsalád kifejlesztésén dolgozott, de a programot felfüggesztették. Ezt követően véglegesen nyugdíjba vonult.

2008-ban megkapta a Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztje kitüntetését „a Holdjáró (Lunar Roving Vehicle) létrehozásának kezdeményezéséért, megalkotásáért, mérnöki életművéért, valamint a magyar-amerikai ipari, gazdasági és kereskedelmi kapcsolatok előmozdítása érdekében végzett munkásságáért”. [8], [9], [10]



10. ábra. Pavlics Ferenc 2010-ben Budapesten

- Lunar-Bases-conference-2-706-Lunar-Roving-Vehicle.pdf;
- [7] 1974 NASA authorization hearings, *Ninety-third Congress, first session, on H.R. 4567 (superseded by H.R. 7528)*. Washington: 1973: p. 1271 <http://hdl.handle.net/2027/mdp.39015084762718>;
- [8] „Az életben ritkán adódik ilyen alkalom egy embernek! Beszélgetés Pavlics Ferencsel, a holdautó fő konstruktőrével I.”, *Természet Világa*, 2008. augusztus <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2008/tv0808/pavlics.html>;
- [9] „Más szemmel nézek a Holdra, mint azelőtt” (Beszélgetés Pavlics Ferencsel, II.), *Természet Világa*, 2008. szeptember. <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2008/tv0809/pavlics.html>;
- [10] „Véglegesen nyugdíjba vonultam: Budapesti beszélgetés Pavlics Ferencsel, a holdautó főkonstruktőrével” *Természet Világa*, 2010. szeptember <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2010/tv1009/pavlics.html>;
- [11] <https://images-assets.nasa.gov/image/as17-147-22526/as17-147-22526~orig.jpg> (Forrás: NASA Image and Video Library);
- [12] https://en.wikipedia.org/wiki/Lunokhod_programme#/media/File:Lunokhod-2_model.jpg (Forrás: Wikipedia, CC BY-SA 3.0);
- [13] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/af/Lunokhod-2_model%2C_detail.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/af/Lunokhod-2_model%2C_detail.jpg/1024px-Lunokhod-2_model%2C_detail.jpg) (Forrás: Wikipedia, CC BY-SA 3.0);
- [14] <https://images-assets.nasa.gov/image/9131579/9131579~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-9131579>) Forrás: NASA Image and Video Library;
- [15] <https://images-assets.nasa.gov/image/S72-50438/S72-50438~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-7021092>) Forrás: NASA Image and Video Library;
- [16] <https://images-assets.nasa.gov/image/7021092/7021092~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-7020219>) Forrás: NASA Image and Video Library;
- [17] <https://images-assets.nasa.gov/image/7020219/7020219~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-7020219>) Forrás: NASA Image and Video Library;
- [18] <https://images-assets.nasa.gov/image/7020255/7020255~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-7020255>) Forrás: NASA Image and Video Library;
- [19] <https://images-assets.nasa.gov/image/GRC-2017-C-00745/GRC-2017-C-00745~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-GRC-2017-C-00745>) Forrás: NASA Image and Video Library;
- [20] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Pavlics_Ferenc_Budapest_2010.JPG (Wikipédia, a szerző felvétele).

Honvédelem és Trianon Kézzelfogható hadtörténelem

Az elsőre talán meglepő hangzású dobozkönyv fogalma nem ismeretlen a történelem iránt érdeklődő olvasók számára, hiszen a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, valamint a HM Zrínyi Nonprofit Kft. interaktív dobozkönyvsorozatának a közelmúltban immár az ötödik darabja látott napvilágot. A *Kézzelfogható hadtörténelem* sorozatban a trianoni békediktátum 100. évfordulója alkalmából került az olvasók kezébe a *Honvédelem és Trianon* című átfogó munka, amely a békeszerződés magyar haderőre gyakorolt hatásait mutatja be rendhagyó eszközeivel.

A témát magyar katonai szemszögből tárgyaló könyv gazdag képanyaggal, különleges múzeumi és levéltári dokumentumok – levelek, jelentések, osztályozási értesítők, jegyzőkönyvek, igazoló jegyek, plakátok, hirdetések, igazolványok, oklevelek, emléklapok, meghívók, belépőjegyek, térképek – facsimile nyomatai segítségével hozza életszerű közelségbe az olvasóhoz.

A kötet élményszerűen mutatja be az eseményeket és azok hátterét az első világháború végnapjaitól az 1927. évi VII. törvénycikk megalkotásáig (amely a trianoni békeszerződés katonai rendelkezéseit módosította). Lapjain hiteles képet ad a Magyarországot sújtó diktátumról, annak részleteiről, következményeiről, illetve honvédelemre gyakorolt hatásairól. Bemutatja az 1918 és 1920 közötti viharos bel- és külpolitikai viszonyokat, a proletárdiktatúra időszakát, a katonailag védtelenné vált Magyarország lakosság- és területvesztéseit, illetve azok máig ható következményeit.

A dobozkönyv lapjain és oldalak közül kiemelhető mellékleteken kronológiai bontásban elevenednek meg a Kárpát-medencében zajló események, a magyar haderő szervezésére és a határok védelmére tett megújuló kísérletek, a békeszerződés katonai korlátozásai, illetve mindezek hatásai a függetlenné váló ország haderejének szervezetére, működésére és mindennapi életére. A téma kutatóinak írásából megismerhető az új helyzethez igazodó katonai szimbólumrendszer, a rejtett magyar haderő fegyverzete, felszerelése, valamint az azt előállító hadiipar tevékenysége, akárcsak a korban kialakult hőskultusz is.

A Sallay Gergely szerkesztésében a Zrínyi kiadónál megjelent, két CD hanganyaggal, több mint 200 színes illusztrációval és 59 melléklettel, valamint speciális ajándécsomaggal ellátott, keménytáblás dobozkönyv terjedelme 68 oldal. 13 900 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól 30% helyszíni kedvezménnyel 9730 Ft-ért. Cím: 1024 Budapest, Fillér utca 14., (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: cinti@hzmzinyi.hu. (DRU.)

