

Domján Károly

AZ ŰRREPÜLÉS HAGYOMÁNYOS, ÉS ÚJ FORMÁI, ÉS AZ EZEKSEL KAPCSOLATOS ÚJ TECHNOLÓGIÁK.

Az általam választott témakör az űrrepülés után érdeklődők számára nyújt egy rövid áttekintést, a kezdetektől napjainkig. Megemlítésre kerülnek új tervek, és kialakítások, melyek a jövőben az űrrepülést talán az átlagemberekhez is közelebb vihetik. Nézzük hogyan is kezdődött a világűr gyarmatosítása.

A KEZDET

Az emberiséget már ősidők óta foglalkoztatja az a kérdés, milyen a minket körülvevő világ, milyenek a bolygók és a csillagok, hogyan lehetne eljutni hozzájuk? Elődeink elképzeléseit a ránk maradt írásos és rajzolt emlékekből ismerhetjük. A mítoszok, melyek a képzeletre, a konkrét tapasztalatokra, a megfigyelések eredményeire támaszkodnak különböző korok, kultúrák emlékei. Vannak asztrális és kozmogónikus mítoszok, előbbieket a csillagképek, csillagok és bolygók kialakulásával foglalkoztak, utóbbiak pedig a **Föld** történetét tárgyalják.

Időszámításunk előtt 4 ezer évvel már konkrét asztronómiai ismeretekkel rendelkeztek ősünk, és rendszeres megfigyeléseket folytattak. Különösen a **Földközi-tenger** medencéje körüli kultúrák és a nyugat-európai közösségek csillagászati ismeretei voltak számottevőek. A bolygók, csillagok mozgásának hatásait az emberiség sorsának alakulására vetítették, valamint az egyes emberek életével hozták összefüggésbe (jóslások, jóvendölések és horoszkópok kialakulása). A legfőbb megfigyelők a legképzettebb emberek, a papok voltak. Ismereteiket sokszor felhasználták embertársaik befolyásolására saját érdekük és a hatalom védelmében (áradások, nap- és holdfogyatkozások, üstökösök előrejelzése az isteni akarat kifejeződése). A megmaradt **asszír táblák, agyaghengerek, a babilóniai szentélyek a stonehenge-i kőoszlopok** mind az időszámítás előtti évezredek asztronómiai ismereteinek dokumentumai, képviselői.

Európában az 1370-es évek táján jelent meg a rakéta **Velencében**, majd a 18-19. században érkeznek hírek a rakéták harci alkalmazásáról. A magyar hadimérnökök, tüzértisztek az 1848-49-es szabadságharc idején tevékenykedtek legtöbbször a korabeli rakéták (röppentyűk) tökéletesítése érdekében. A szabadságharc leverése után tapasztalatait felhasználva **Martin Lajos** - a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, a kolozsvári egyetem professzora, majd rektora - foglalkozott a röppentyűk tökéletesítésével, igaz csak elméletben. Kidolgozta a forgásstabilizált rakéták matematikai módszerekkel való meghatározását.

Az űrkutatás és az űrhajózás fejlődése elválaszthatatlan a rakéták fejlődésétől. De az akkori rakéták még nem voltak alkalmasak az űrbe jutásra, mivel hajtóanyaguknak levegőre volt szüksége, és a légüres térben így ezek alkalmazhatatlanok voltak. A XIX. század vége felé fogalmazza meg **Newton** a klasszikus fizika ma is érvényes alaptételeit, közöttük a rakétaelvet, vagyis a hatás-ellenhatás törvényét. **Newton** állapítja meg a **Föld** körüli pályán való állandósult mozgáshoz szükséges kezdősebességet (7,9 km/s). Egy évszázad múlva már ismerik a **Föld** elhagyásához szükséges sebesség nagyságát is, mely 11.2 km/s-nak adódik.

A 19. sz. végén az űrutazásra alkalmas eszközök létrehozásával kapcsolatos első jelentős eredmények - igaz, még csak elméletben - is megszülettek. Évszázadunk elején pedig gyakorlati sikerek igazolták a kísérletezők, a rakétatechnika úttörőinek elképzeléseit. Megépítették az első folyékony hajtóanyagú rakétákat, kidolgozták stabilizálásuk módszereit.

K.E. Ciolkovszkij a rakétatechnika, az űrhajózás elméleti megalapozója. Képletével (**Ciolkovszkij-képlet**, mely a rakéták adott időpillanatbeli sebességének meghatározását írja le) bebizonyította, hogy az űrhajózásra, az emberek világűrbe juttatására egyedül a rakétaelven működő eszköz alkalmas. 1903-ban vetette fel a folyékony hajtóanyagú rakéták alkalmazásának gondolatát, majd felismerte a többlépcsős rakéták felhasználásának előnyeit.

Az amerikai **Robert Hutching Goddard** 1909-től kísérletezett a folyékony üzemanyagú (cseppfolyós hidrogén-oxigén) hajtóanyag kombinációjú rakétamotor kidolgozásával. Veszélyessége és nem kielégítő eredményei miatt egy idő után áttért a folyékony oxigén és gázolaj hajtóanyagra. Az első ilyen üzemanyagot használó, szivattyús hajtóművel ellátott motor próbája 1923-ban zajlott le, a sikeres rakétaindítás 1926. március 16-án volt. 3 év múlva már egy műszerekkel (barométer, hőmérő) felszerelt rakétákat indított sikeresen **Goddard**. A műszerek ejtőernyő segítségével tértek vissza.

Németországban a rakétatechnika legjelentősebb kutatója **Oberth és von Braun** voltak. **Hermann Oberth** erdélyi születésű (Nagyszeben, 1894-1989) fizika-matematika professzor első jelentős tanulmánya 1923-ban jelent meg a rakéták űrutazásra való hasznosításának lehetőségeiről. Ebben jelent meg a Modell B rakéta terve, mely kétlépcsős, folyékony hajtóanyagú rakéta lett volna, de soha nem épült meg.

1927-ben társaival együtt több rakétahajtóűvet épített és próbált ki. 1929-ben sikeresen próbáltak ki egy új, az állandó tolóerőt hosszabb időn keresztül megbízhatóan szolgáltató rakétahajtóművet. 1930-tól kezdve a **Mirak és Repulsor** rakéták fejlesztésével foglalkozott.

A német hadsereg vezetői 1932-től komoly lehetőségeket láttak a folyékony hajtóanyagú rakéták fegyverként való alkalmazásában, s a tehetséges fiatal német kutatót, **Wernher von Braunt** bízták meg a nagyteljesítményű rakéták létrehozásával. "Sikerüket" bizonyítja a II. világháborúban **Londonra** irányított egy tonnányi robbanóanyaggal ellátott V-2 rakéta. A német hadsereg kapitulációja után a szövetséges hatalmak a munkacsoport tagjait, a tervrajzokat, alkatrészeket összeszedték és saját kutatóbázisukra szállították. Így munkájukat ugyanott folytathatták, mint ahol a háború végén **Németországban** abbamaradt. **Von Braun** kutatótársaival **New Mexicóban, a White Sands-i** kísérleti

telepen dolgozott. Négy év múlva már elkészült egy kétlépcsős rakéta, mely 1949. február 24-én 393 km magasra emelkedett.

Már 1942-52 között folytattak állatkísérleteket. A **Szovjetunióban** **Pobeda** rakétákkal kutyákat juttattak fel 100 km magasságig, az **USA**-ban pedig **Aerobee** rakéták segítségével majmokat kb. 60 km-ig.

AZ AMERIKAI ŰRKUTATÁS

A Mercury program

1958-ban kezdődött meg a program kidolgozása. 7 asztronautát választottak ki a programba. A McDonell Aircraft cég kapta meg a MERCURY űrhajók gyártását. A General Dynamics feladata az volt, hogy az Atlas katonai rakétát átalakítva készítse el a hordozó rakétát. Rengeteg új technológiát kellett kidolgozni, hiszen a világűr még ismeretlen volt az emberiség számára. Az űrhajók megalkotása sok újítást igényelt, hiszen a légkörbe való visszaérkezésnél a kabinra hatalmas hőterhelés hat. Ezen kívül a pilótára ható terhelések, egy esetlegesen bekövetkezendő vészelhagyás, valamint a földet érés utáni mentés is komoly rendszer kidolgozását igényelte.

Kezdetben több száz rakétát és műholdat lőttek fel, mire az első ember az űrbe került. Az űrkutatással kapcsolatos tudományos területek hatalmas információmennyiséget dolgoztak fel, és ezek a szakterületek gyors fejlődéséhez vezettek. A meteorológiai, műszaki tudományok, a természettudományok, és az orvostudomány komoly fejlődésen megy keresztül, melyet az emberiség egyaránt tapasztal, és tapasztalt.

A Freedom 7- tel kezdődött az első ember kijuttatása a világűrbe, bár ez inkább csak űrgrás volt. Alan Shepard első repülése 16 percig tartott, súlytalanságban pedig csak 5 percet töltött el. A rakéta 115 mérföld magasra emelkedett, és 300- re távolodott el a kilövés helyszínétől.

1961. május 5-én a REDSTONE meghajtású ballisztikus FREEDOM 7 fedélzetén Alan Shepard-al, majd 1961. július 25-én a LIBERTY BELL űrhajó fedélzetén W. G. Greason hajtották végre az első űrgrást.

1961. november 29-én egy Atlas meghajtású MERCURY űrhajó fedélzetén egy csimpánz, megkerüli a Földet. A feladat sikere bebizonyította, hogy a MERCURY alkalmas lesz az űrben való élet fenntartására.

Az űrhajó összes rendszerének ellenőrzése és újratestelése után újabb kilövést készítettek elő. Ez volt a Friendship 7 űrhajó, fedélzetén J. Glenn űrhajóssal. 1962. február 20. Az űrhajó elindult, majd megkezdte a földkörüli pályán való keringést. Az első kör mindössze 88 percig tartott. A sebességének összehasonlítása érdekében Kolombusz 3 hónap alatt tette meg az utat keresztül az Atlanti óceánon, Charles Limberg 33,5 óra alatt, a Concorde-nak mindez 4 órát vett igénybe, és a Mercury-nak mindehhez csak 14 perc kellett.

A Mercury 6 4 óra 56 percet töltött a világűrben, de ezalatt hétszer kerülte meg a Földet.

Scott Carpenter volt az ötödik asztronauta a programban és ebben a küldetésben fordult elő probléma. Az űrhajó a kijelölt leszállási területtől távolabb ért földet, és a rádiókapcsolat is 35 percre megszűnt.

Őt követte Vally Schirra asztronauta, ő volt az első aki mindhárom programban résztvett. Mercury, Gemini, Apollo.

Gordon Cooper 22 kört tett meg a föld körül. Az ő űrrepülésében is fordult elő probléma, melyet két áramátalakító okozott. Ezt a hibát viszonylag egyszerűen kiküszöbölték, és az űrhajó sikeresen visszatért.

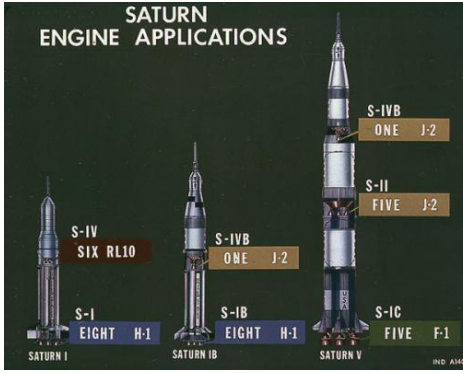
Gemini program

A GEMINI program a MERCURY által kikövezett úton haladt tovább. A világ nemsokára egy új fogalommal ismerkedik meg. Ez az EVA (vagyis az űrhajón kívüli tevékenység). A Gemini 4 volt az első ilyen jellegű feladattal felbocsátott űrhajó. Az asztronautáknak egy külön az űrsétára fejlesztett ruhát készítettek. A sisak 3 ellenzővel volt ellátva. Egy nyomástartó, egy védő, és egy fényvisszaverő rostéllyal. Az űrruha többrétegű alumíniumozott mailar szövetből készültek, melyhez egy speciális védőkesztyű is tartozott. Ezen kívül egy 25 láb hosszú köldökzsinór is készült, mely több részből állt. Ez nem csak biztosította az űrhajóst az űrhajón kívül, hanem ellátta oxigénnel az űrhajóst, és folyamatosan küldte annak bioorvosi adatait. Az irányítás megkönnyítése érdekében egy űrpisztoly is készült. A küldetés nem volt veszélytelen, hiszen egy ajtózár meghibásodását, a világűrben kellett kijavítani.

A Gemini 8 Neil A. Armstrong-al, és David Scott először hajtott végre összekapcsolódást egy másik űrhajóval. Ezek a feladatok mind-mind az Apollo program és a holdra szállás előkészítésének fontos állomási voltak. Ez az út is tartogatott meglepetéseket, hiszen az összekapcsolódás után a Gemini 8 irányítóberendezése meghibásodott, és ennek eredményeként egy veszélyes forgás kezdődött. Leválasztották az Agena-t, a forgást megállították, de a nem bekalkulált plusz üzemanyag felhasználás miatt az űrhajónak azonnal vissza kellett térnie.

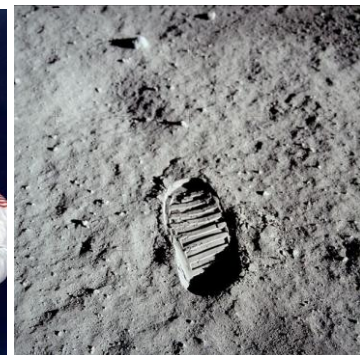
Apollo program

Az Apollo program a Mercury és a Gemini folytatásaként tovább bővítette az űrkutatással kapcsolatos tapasztalatokat. Nem kisebb célt tűztek ki maguk elé, mint a hold meghódítása. J. F. Kennedy igen erősen szorgalmazta a hold elérését, és támogatta a programot. Az Apollo 11 fedélzetén Neil A. Armstrong (mission commander) küldetés parancsnok, Michael Collins (Command module pilot) parancsnoki modul pilóta, és Buzz Aldrin (Lunar module pilot) holdkomp pilóta, tették meg az emberiség talán eddigi legnagyobb lépését. Ahhoz, hogy ez megvalósulhasson, egy új hordozórakétát fejlesztettek ki. Ez volt a Saturn 5.



1., 2., 3. ábra. A Saturn hordozórakéta

Ez a rakéta állította Föld körüli pályára az Apollo 11-et, mely a holdkomppal összekapcsolódva elindult a holdra. A Sas-nak nevezett holdkomp landolt a hold felszínén.

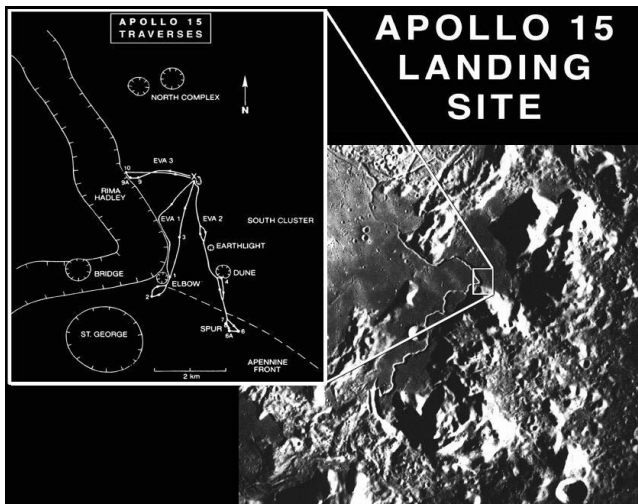


4., 5., 6. ábra. Az Apollo 11 legénysége, és Neil A. Armstrong a holdon

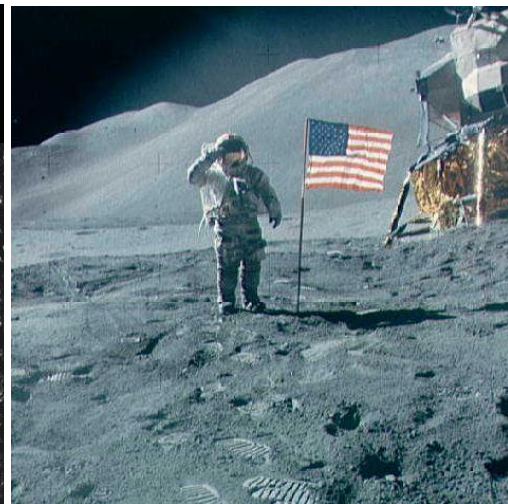
A holdraszállás után Neil A. Armstrong elsőként lépett a hold felszínére. Szavai világszerte szállóigévé váltak, miszerint „kis lépés ez egy embernek, de nagy lépés az emberiségnek”.

Az ő „kis lépésükkel” megkezdődtek a holdexpedíciók. Az Apollo 13 történetét talán mindenki ismer, hiszen a küldetés egy sikeres kudarccal végződött. Kudarcc volt mert a személyzet nem tudott leszállni a holdra egy műszaki hiba miatt, de mégis sikeres volt, hiszen a sérülés súlyossága miatt a túlélésre és a visszatérésre nem sok esélyük volt. A mérnökök megfeszített munkájának köszönhetően nem végződött a küldetés tragédiával.

Az Apollo 15 személyzete a hold alapos vizsgálatát kapta feladatul. Kipróbálták a holdjárót, felderítették a hold néhány területét. Mérőműszereket helyeztek el, és különleges kísérleteket hajtottak végre. A landolás helyszínét gondos munkával választották ki. A leszállási hely mellett húzódnó Appenin hegyvonulat mintegy 5000m magas. Holdmintákat gyűjtöttek a leszállóhelytől több mérföld távolságra. Nagyjából 20 órányi holdon töltött munka után felszálltak és csatlakoztak a hold körül keringő parancsnoki egységhez. Sikeresen holdkörüli pályára állítottak egy műholdat, majd visszatértek a földre.

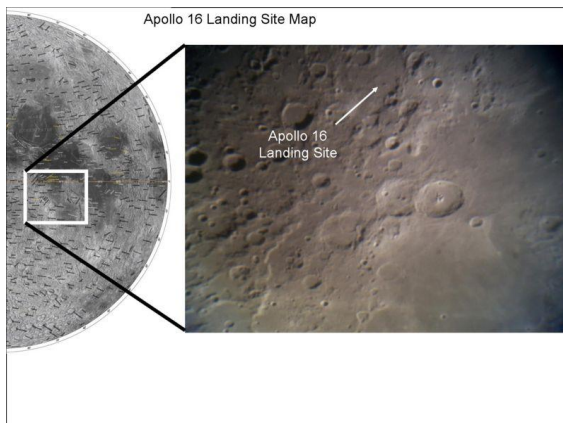


7. ábra. Az Apollo 15 leszállási helye



8. ábra. Az Apollo 15 legénysége a holdon

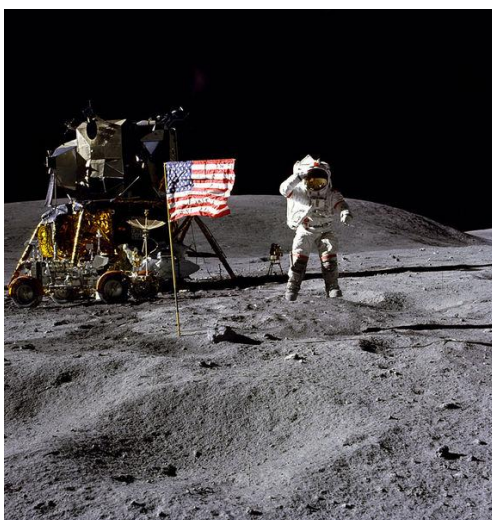
Valamivel több mint fél évvel később 1972-ben az Apollo 16 személyzete visszatért a holdra, és egy újabb leszállóhelyet kiválasztva (DESCARTES fennsík) szálltak le, majd indultak újabb felfedezésre. Az általuk gyűjtött minták, a geológusoknak magyarázatot adtak a hold felszínét 80%-ban borító fennsíkok kialakulására.



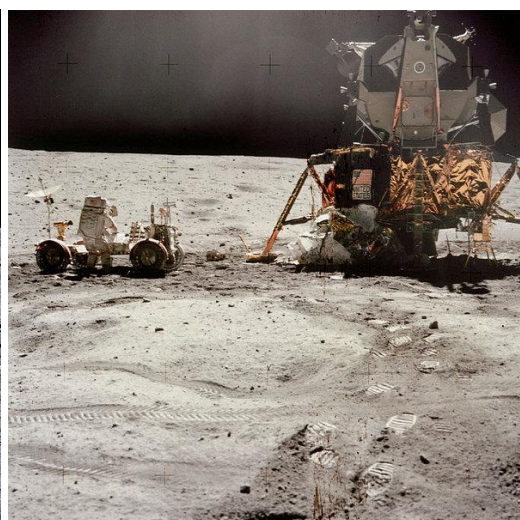
9. ábra. Az Apollo 16 leszállási helye



10. ábra. Holdon elhelyezett emléktábla



11. ábra. A holdra szálló egység



12. ábra. A holdjáró

Az Apollo program törlésével ugyan megszűntek a holdkutatások, de a NASA egy teljesen új project-be kezdett. Ez lett a SPACE SHUTTLE (űrsikló).

A Space Shuttle program

A Space Shuttle vagy űrrepülőgép (hivatalos angol nevén: Space Transportation System, STS a.m. űrszállítórendszer) az Amerikai Egyesült Államok jelenlegi, ember szállítására is alkalmas űrprogramja. Ez a világon az első és jelenleg egyetlen konstrukció, amelynek bizonyos részei újrafelhasználhatóak. A szárnyakkal rendelkező űrrepülő (Orbiter) felszálláskor függőleges állásban, rakéta módjára hagyja el a Földet, visszatéréskor viszont siklórepülő módjára száll le. Azonban ne felejtjük el megemlíteni, hogy a gép sárkányszerkezete nem kifejezetten siklórepülésre van tervezve. A gép a megközelítést és a földetérést is igen nagy sebességgel hajtja végre. Ettől függetlenül a fedélzeti rendszerek pontosságának köszönhetően, a gép emberi beavatkozás nélkül is képes visszatérni, és leszállni.

Feladatai közé tartozik az állandó személyzet cseréje a Nemzetközi Űrállomáson, a különböző űrállomáselemek és utánpótlás odaszállítása, műholdak pályára állítása és karbantartása, illetve különböző kísérletek és mérések végrehajtása alacsony Föld körüli pályán.

Összesen hat ilyen űrrepülőgépet építettek meg, melyek közül öt repült a világűrben. 1981 óta száznál is több repülést hajtottak végre. Húsz évnyi működés során két űrrepülőgép semmisült meg: a Challenger 1986-ban és a Columbia 2003-ban. Az űrkutatás történetének két legnagyobb katasztrófájában 13 amerikai és egy izraeli űrhajós halt meg.

A program a tervek szerint 2010-ben ér véget, bár ez az időpont könnyen csúszhat. Az űrrepülőgép flottát 2014-2015 körül váltja föl a Constellation program keretein belül megépítendő Orion űrhajó és az Ares rakéta.

A Szovjetunió is kifejlesztett az 1980-as években egy Space Shuttle-hez hasonló űrrepülőgépet, a Buránt, de ez csak egy próbarepülésig jutott el 1988-ban.



13., 14. ábra. Az űrsiklókat szállító TITÁN hordozórakéták

A külső üzemanyagtartályt kizárólag az első két repülés alkalmával festették fehér színűre. A további küldetéseken ezt elhagyták, így láthatóvá vált a tartályt borító rozsdaszínű-narancsos habos szerkezetű szigetelés. Mindezzel mintegy 450 kg-os súlymegtakarítást értek el, ami így a hasznos teher növelésére volt fordítható.

Már 1968. októberében, jóval az Apollo-program befejezése előtt, a NASA elkezdte kidolgozni az űrrepülőgép terveit. 1969-ben Richard Nixon elnök megalakította az Űrkutatási Munkacsoportot (Space Task Group), melynek vezetésével Spiro T. Agnew alelnököt bízta meg. A munkacsoport kidolgozta a Nemzeti Űrkutatási Stratégiát, amelynek – az űrállomás és az embert a Marsra juttató Mars-expedíció mellett – a Space Shuttle program is a része volt.

1969. októberében egy washingtoni űrrepülőgéppel kapcsolatos megbeszélésen, George Mueller (a NASA akkori ügyvezetője) a következőket mondta:^[1]

„A magunk elé kitűzött cél, az űrkutatási műveletek költségének csökkentése a jelenlegi egy font hasznos teherre eső 1000 dolláros költségzintről, valahol a 20 és 50 dolláros fontonkénti költségzintre. Ha ezt sikerül elérnünk, akkor egy teljesen új világ nyílik meg előttünk az űrkutatásban. Tehát e megbeszélés résztvevői és mindannyiunk számára a Légierőnél és a NASA-nál is, az elkövetkező hetekben és hónapokban most az a megoldandó feladat, hogy kidolgozzuk egy olyan rendszer terveit, amely ezeket a követelményeket teljesíti. Engedjék meg, hogy körvonalazzam, hogy véleményem szerint melyek azok a területek amelyek kritikusak e célunk elérése érdekében.”

Az első terület egy olyan hajtómű kifejlesztése, amely elegendő teljesítménnyel rendelkezik ahhoz, hogy a saját és a tervezett hasznos teher súlyával is megbirkózzon.

A második technikai probléma egy olyan hővédő pajzs kifejlesztése, ami lehetővé teszi hogy ezt a hővédő pajzsot időről időre újra fel lehessen használni, minimális javítási és tesztelési munka mellett.

A harmadik fontos és kritikus fejlesztendő terület egy olyan irányítási rendszer, amely lehetővé teszi, hogy a földi csapat komolyabb támogatása nélkül, a fedélzeten tartózkodó személyzet önállóan is képes legyen az irányításra.

E három terület közül ez utóbbi lehet a legnagyobb kihívás.”

1972-ben a NASA a Kongresszusnak benyújtott jelentésében ^[2] a következőket írta:

„A Space Shuttle program elsődleges célja egy olyan új szállítási eszköz biztosítása, amely: (1) jelentősen csökkenti az űrkutatási műveletek költségeit és (2) biztosítja a jövőben felmerülő tudományos, honvédelmi és kereskedelmi felhasználások megvalósítását.”

A végső tervben a ma ismert rendszer került kialakításra, mely egy újrafelhasználható, a repülő és az űrhajó tulajdonságait egyesítő Orbiterből, egy egyszer használatos üzemanyagtartályból, és két újrafelhasználható gyorsító rakétából áll. A korábbi tervekhez képest a végleges koncepció sokkal olcsóbb, de a technikai fejlesztéseket tekintve kevésbé ambiciózus lett.

A Shuttle flotta felépítéséhez 5,15 milliárd dollárt kapott a NASA, míg a teljes beruházási költség több mint 10 milliárd dollárra rúgott 1981-ig. A program minden évben tudta tartani a még Nixon elnök idején megállapított éves költségkeretet.

A gyártással megbízott fővállalkozó a North American Aviation (később Rockwell International) lett, amely az Apollo-program során a parancsnoki modulért is felelt. A szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéták gyártásáért a Morton Thiokol Corporation, a külső üzemanyagtartályért a Martin Marietta Corporation (jelenleg a Lockheed Martin), míg a főhajtóművekért a Rocketdyne a felelős alvállalkozó.

1976. szeptemberében az Enterprise lett az első tagja a flottának, amelyik elkészült, igaz, űrrepülésre nem volt alkalmas. Egy kilenc hónapig tartó gurulási, siklási, megközelítési és leszállási teszt sorozatot hajtottak végre vele a kaliforniai Edwards Légitámaszponton. 1978. március 13-án az Enterprise űrrepülőgépet az alabamai Marshall Űrrepülési Központba szállították, ahol a külső üzemanyagtartállyal és a két gyorsítórakétával összeszerelve, rezgési teszteknek vetették alá a szerkezetet, mely egy éven át tartott. 1979. áprilisában a floridai Kennedy Űrközpontba szállították, és az indítóállványon végeztek vele szállítási és mozgatási teszteket. 1979. augusztusában visszaszállították az Edwards Légitámaszpontra.

Az első teljesen működőképes űrrepülő a Columbia volt, amelyet 1979. március 25-én szállítottak a Kennedy Űrközpontba.

1982. júliusára építették át űrrepülésre alkalmassá a korábban csak strukturális tesztelés céljából elkészített Challengert. 1983. novemberében készült el a Discovery, míg 1985. áprilisában az Atlantis.

A Challenger pusztulása után 1991. májusára készült el a flotta legújabb tagja, az Endeavour. A 2003. februárjában megsemmisült Columbia pótlására már nem építenek új űrsiklót.



15. ábra. A Columbia űrrepülőgép az első küldetés (STS-1) előtt

Legelőször a Columbia repült az űrben 1981. április 12–14. között, fedélzetén John Young parancsnokkal és Robert Crippen újonc űrhajóssal. Az eredményes berepülés után április 14-én tért vissza a Földre, és sikeres leszállást hajtott végre a kaliforniai Edwards légitámaszponton, egy kiszáradt sós tó helyén kialakított repülőtéren (STS-1). A második küldetés során kipróbálták a Kanadában kifejlesztett 15 m hosszú robotkart is, amely az űrrepülőgép rakterében segítette a bonyolultabb ki- és beemelések elvégzését (STS-2).

1983-ban az STS-9 küldetés során vitték először az űrbe a Spacelab űrlaboratórium modult (az űrrepülő rakterébe rögzített és a legénységi kabinnal összekötött modul), amely az ESA és a NASA közös fejlesztése. Ugyanebben az évben a Challenger fedélzetén repült az első amerikai női űrhajós, Sally Ride, aki második repülése során (1984-ben) kipróbálta a magyar készítésű Pille dózismérőt is (STS-7 és STS-41-G).

Az űrrepülőgépes program előrehaladását nagymértékben visszavetette a Challenger 1986. január 28-án bekövetkezett tragédiája. (STS-51-L) 1988-ra kijavították az űrrepülőgép-rendszer hibáját, és ismét megindultak a repülések, azonban az elpusztult Challenger miatt a NASA már nem tudta teljesíteni az amúgy is szorosra tervezett ütemtervet.



16. ábra. A Magellan űrszonda indítása az Atlantis űrrepülőgép rakteréből (STS-30)

1989. májusában és októberében az Atlantis fedélzetéről először indítottak űrszondákat (Magellan, Galileo) a kétfokozatú IUS rakétával. (STS-30 és STS-34) 1990. áprilisában a Discovery pályára vitte a Hubble-űrtávcsövet. (STS-31) 1992-ben készült el a Challenger helyett épített Endeavour űrrepülőgép, mellyel ismét teljes lett a NASA Shuttle flottája. Az Endeavour 1993. decemberi repülése alkalmával megjavították a Hubble-űrtávcső hibásan csiszolt főtükkrét. (STS-61)

1994-től folytatódtak az amerikai–orosz közös űrrepülések, melyek keretében a Discovery űrrepülőgép fedélzetén két orosz vendégűrhajós járt (STS-63), valamint 1995. júniusában az Atlantis fedélzetén amerikai és orosz űrhajósokkal csatlakozott a Mir orosz űrállomáshoz (STS-71). Ettől fogva rendszeressé váltak a Shuttle-Mir küldetések (STS-74, STS-76, STS-79, STS-81, STS-84, STS-86, STS-89, STS-91). Az Atlantis átlagosan négy havonta látogatta meg az orosz űrállomást, és néhány napos közös űrrepülés után megtörtént az amerikai fedélzeti mérnök váltása is. A közös repülések a Nemzetközi Űrállomás építését készítették elő, mely 1998 őszén vette kezdetét (STS-88). Összesen 25 alkalommal vitte valamelyik űrrepülőgép magával a Spacelab kutatómodult, amit végül a Nemzetközi Űrállomás építésének megkezdésével nyugdíjaztak. Érdekes módon két évvel később, 2000. februárjában, az STS-99 jelű küldetés során ismét sor került a Spacelab használatára.

1998. október 29-én emelkedett a magasba a Discovery, fedélzetén az ekkor 77 éves John Glennel, ezzel ő a legidősebb személy aki valaha az űrben járt. Az esemény világszerte nagy médiaérdeklődést váltott ki. (STS-95)

2000-ben öt küldetésre került sor, amelyek során kutatási feladatokat hajtottak végre (STS-99), illetve újabb modulokat szállítottak a Nemzetközi Űrállomásra (STS-101, STS-106, STS-92, STS-97). A következő évben tovább folytatódott az űrállomás építése, amelynek során telepítették a *Destiny* laboratóriummodult (STS-98), a *Leonardo* többcélú logisztikai modult (STS-102), a *Canadarm2* robotkart (STS-100) és az új légszilipmodult (STS-104). 2002. március 1-jén a Columbia repülése során újabb karbantartási és bővítési munkálatokat végeztek a Hubble Űrtávcsövön. (STS-109)

2003. február 1-jén visszatérés közben a Columbia űrrepülőgép Texas állam fölött darabokra szakadt, és a fedélzetén tartózkodó űrhajósok életüket veszítették (STS-107). A programot a baleset miatt azonnal felfüggesztették, és csak 2005. július 26-án, a Discovery 13 napig tartó repülésével indult újra. A küldetés során a Nemzetközi Űrállomáson végeztek szerelési munkálatokat, illetve kipróbálták az új lézeres letapogató rendszert, amellyel a hővédő pajzs esetleges sérüléseit lehet felfedezni. A repülés során több apró problémát találtak a hővédő pajzs ragasztásánál használt anyaggal kapcsolatban, így a program újabb egy éves szünetre lett kárhozthatva. (STS-114)

2006. július 4-én került sor az újabb repülésre, amely során ismét a Discovery állt Föld körüli pályára. A küldetés során újabb biztonsági eljárásokat teszteltek, felszerelést és egy új űrhajóst is szállítottak a Nemzetközi Űrállomásra. (STS-121)

A Space Shuttle-t várhatóan az új **CEV (Crew Exploration Vehicle)** űrhajó váltja fel 2010 után, addig viszont a NASA tervei szerint az űrrepülőgépek csak az Űrállomás építése miatt szükséges minimális repülést fogják végrehajtani. 2008-ig üzemképes állapotban tartják az Atlantist, azután az alkatrészeit donorként használják fel a Discoveryben, illetve az Endeavour-ben.

Balesetek

Az űrrepülőgépek eddigi 115 felszállása közül kettő végződött tragédiával, melynek összesen 14 űrhajós esett áldozatául.

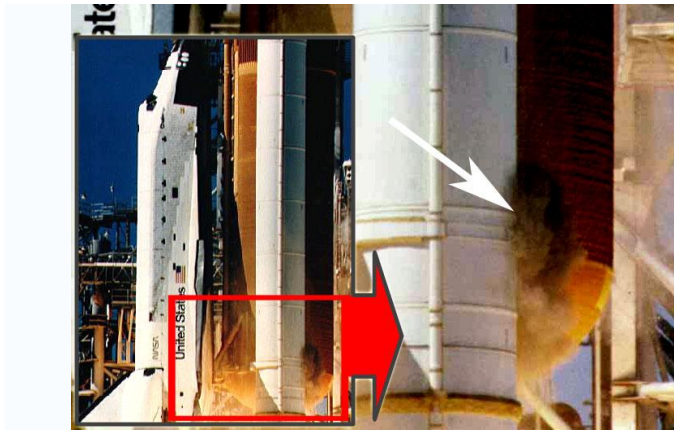
1986. január 28. – Challenger – A bal oldali szilárd hajtóanyagú rakéta szigetelési hibái miatt a start utáni 73. másodpercben az űrrepülőgép darabokra szakadt.



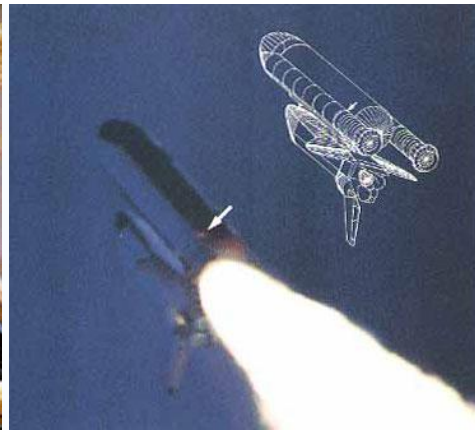
17. ábra. Az űrhajó felrobbanása



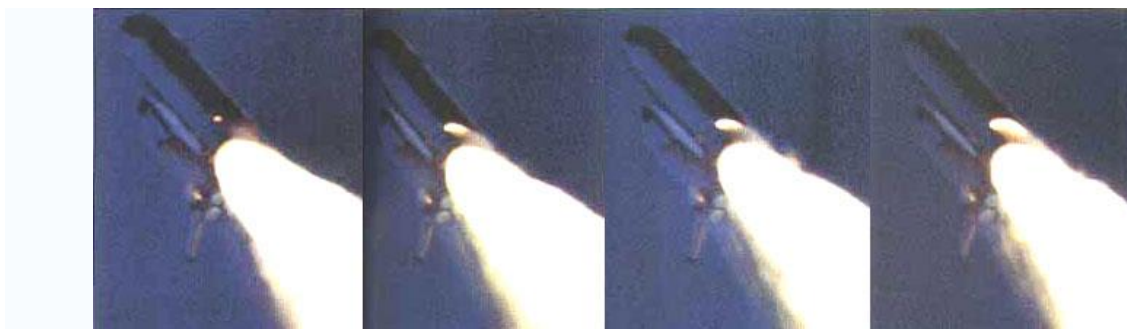
18. ábra. A Challenger személyzete



19. ábra. A fellevés során látható tömítési hiba



20. ábra. Az átégés



21. ábra. Az átégés másodperce

2003. február 1. – Columbia – Felszállás közben a külső üzemanyagtartályról leszakadó szigetelőhabdarab felszakította a Columbia szárnyának belépőélét, ami miatt a légkörbe való visszatéréskor az űrrepülőgép darabokra hullott.

Az X ALAPÍTVÁNY

Az alapítvány a NASA kezdeményezésére jött létre. 10 millió dollár földi kitűzésével arra ösztönözték a civil szférát, hogy új megoldásokat keressenek az űrkutatás további lépéseihez. Néhány civil szervezet által tett fejlesztések igen figyelemreméltó lépéseket eredményeztek. Közülük is a SPACESHIP ONE megalkotóit érdemes elsőként megemlíteni. Az űrkutatás, űrutazás eddig alapvetően államilag finanszírozott fejlesztésekre épült. Az első X-díj ennek megváltoztatására jött létre. A 10 millió dollár sok vállalkozó szellemű embert és társaságot vonzott, de végül a Burt Rutan repülőgéptervező és Paul Allen a Microsoft társalapítója által fémjelzett Tier One (Első lépcső) program nyerte a versenyt.



22. ábra. Burt Rutan és Paul Allen

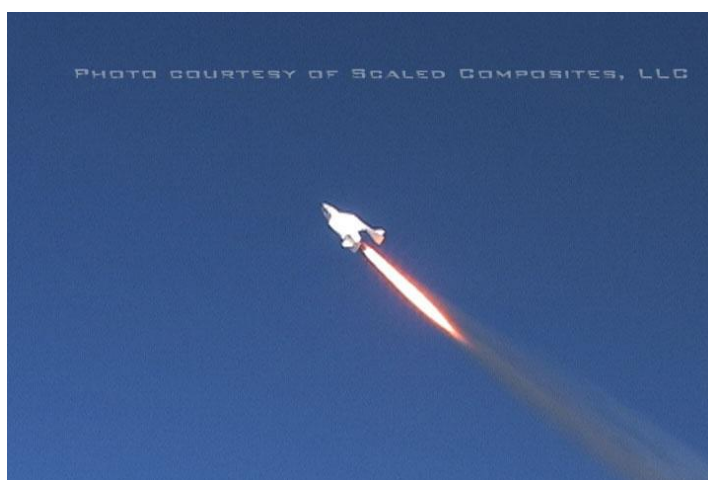
A Tier One két kompozit építésű repülőeszközt takar. Az űrbe jutás két lépcsőben valósul meg. Először a White Knight (Fehér Lovag) nevű teherszállító repülőgép hasa alatt a SpaceShipOne-nal 14 000 méter magasba emelkedik. Itt az űrhajó leválik, egy rövid ideig siklik a levegőben, majd begyűjtják a rakétahajtóművet. Ez legfeljebb 80 másodpercig biztosít tolóerőt. A rakéta kiégése után az űrhajó tehetetlenségi pályán emelkedik tovább, ami azt jelenti, hogy a bent ülők súlytalanságot élnek át. Eközben eléri a 100 km-es magasságot, ahol a jármű elindul a Föld felé. A SpaceShipOne egyik zseniális tulajdonsága, hogy a gép vezérsíkjainak szöge változtatható a gép törzséhez képest. Így visszatéréskor a gép légellenállása nagyban növelhető fékezés gyanánt, a gép 3,5-szeres hangsebességgel tér vissza a légkörbe. Az utolsó szakaszban a SpaceShipOne vitorlázó repülésben közelíti meg a repteret, majd leszáll. Majd a néhány perccel később a White Knight is földet ér. Neki több időre van szüksége a magasságvesztéshez.



23. ábra. A szállítórepülőgép, és a Spaceshipone

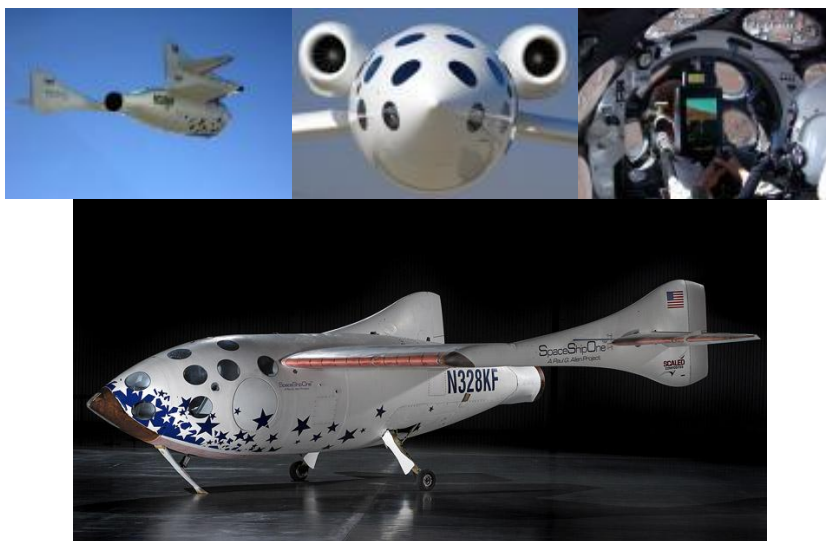


24. ábra. A White Knight, és hasa alatt a Spaceshipone



25. ábra. A Spaceshipone saját hajtóművel történő emelkedése

Ezt kellett kétszer megismételni két héten belül ugyanazon gépekkel. 2004. szeptember 29. és 2004. október 4. az a két dátum, amikor sikerült a kiírt követelményeket teljesíteni.



26. ábra. A Spaceshipone

100 km nem is tűnik olyan soknak, de ez a 100 km közel 30 millió dollárba került. De megérte, a sikeres repülések során Sir Richard Branson is beszállt az üzletbe, és már készül a SpaceShipTwo, az utód. Sajnos a hajtóműtesztek során 2007. július 26-án egy végzetes robbanásban 3-an meghaltak és 3-an megsebesültek. Egyenlőre nem tudni, hogy ez hogyan befolyásolja a program további sorsát.

A SpaceShipOne-t szuborbitális űrrepülőgéppnek tervezték. Képes elérni az űrhatárt, de még nincs elegendő sebessége a tartós keringéshez. A Nemzetközi Repülő Szövetség (FAI: Federation Aeronautique Internationale) által definiált űrhatár 100 km, amely meghaladja az Amerikai Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatal (NASA: National Aeronautics and Space Administration), és az Amerikai Légihaderő (USAF: United States Air Force) által definiált 80 km (50 mérföld) magasságot. A SpaceShipOne a 100 km magasság elérésére képes. A kabinjában a pilótát is beleértve hárman férnek el. Ereszkedéskor nem használ ejtőernyőket, a részben elfordítható szárnyai fékezik.

SpaceShipOne néhány tulajdonságát a korábbi rakétarepülőktől örökölte. A SPACEDEV Inc. fejlesztette hibrid rakétamotort használ. Az indítási magasságot egy sugárhajtású hordozó repülőgép, a White Knight (Fehér Lovag) alá rögzítve éri el. A repülőgép önálló hordozó rendszer, amely az űrrepülőgépet a hasa alatt szállíthatja. A hordozó repülőgép, és az űrrepülőgép is egyaránt a felhasználás után újra üzembe állítható. Ahhoz, hogy értsük az űrrepülés fizikáját, mindenképpen meg kell néznünk néhány összefüggést.

Az első kozmikus sebesség:

Végtelen kiterjedésű, sík felszín felett, légüres térben, tetszőlegesen nagy kezdő sebességgel haladó repülőeszköz, a tömegvonzás hatására előbb-utóbb lezuhan, becsapódik a felszínbe. Hasonló feltételek mellett, gömb (bolygó) felszíne felett, körpályán repülve létezik olyan sebesség (v_{1k}), amelynél az időegység alatt megtett útszakaszon a földfelszín görbülete azonos a szabadesés mértékével. Ilyenkor, a repülő test súlyerejét (G) annak centrifugális ereje kompenzálja:

$$F_c = G \text{ azaz } \frac{mv_{1k}^2}{R} = mg_H \text{ ahonnan } v_{1k} = \sqrt{g_H R}$$

Behelyettesítve az ismert konkrét adatokat (g_0 , R) – az objektum tömegétől (m) függetlenül - a földfelszínnel párhuzamos (orbitális) pályán történő repüléshez:

$$v_{1k} = 7,91 \text{ km/s sebesség elérése szükséges.}$$

A földfelszíntől távolodva a keringési sebesség (v_H) egyre kisebb, mivel a nehézségi gyorsulás (g) értéke is csökken:

Megállapítható, hogy a földfelszín feletti repülési magasság (H) egyértelműen meghatározza a v_H keringési sebességet, illetve minden keringési sebességhez adott repülési magasság tartozik.

Orbitális pályán a repülési magasság változtatása (ΔH) gyorsítással vagy lassítással lehetséges.

A mesterséges égitestek rendszerint $v_{1k} < v < v_{2k}$ sebességgel elliptikus pályán keringenek, melynek egyik gyújtópontja a Föld középpontja. (Körpálya az űrrepülésben kivételnek számít.) A Föld körüli pályára állított űrobjektum legfontosabb pályadatai:

Perigeum (P) és apogeum (A) repülési magasságok ($H_{\max}$, $H_{\min}$), a pályasík Egyenlítővel bezárt szöge (φ) és a keringési idő (T). A keringési idő $H \approx 0$ km magasságon 84,4 perc, ami $\Delta H \approx 50$ km-enként ~ 1 perccel növekszik.

Ez a kis kitérő szükséges a keringési feltételek megértéséhez. Most térjünk vissza a Spaceshipone-hoz, és nézzük meg annak üzemanyagát.

Az űrjármű üzemanyaga nagyon különleges. Hajtóanyaga dinitrogénoxid (kéjgáz) és hidroxivégződésű polibutadién (HTPB), (ez az anyag egyben a gumiabroncsok egyik alkotó eleme is). A két anyag az égéstérben találkozik, ahol a folyékony dinitrogénoxid oxidáló gázzá alakul át. A keveréket a meghajtó indításakor begyűjtják. A megoldás előnye, hogy a pilóták a nitrogénoxid-szelepek segítségével egyszerűen tudják befolyásolni az égést. A HTPB üzemanyag nem illékony, ezért biztonságosan tárolható, nem keveredik és nem robbanásveszélyes. Előnye még hogy a levegőt is kevésbé szennyezi. Égésekor vízgőzt, szén-dioxidot, szén-monoxidot és nitrogént szabadít fel, míg az űrsiklók fellövésekor ammónium perklorát és alumínium keletkezik.

Ez a fejlesztés bizakodó képet festhet elénk, a civilek számára is elérhető űrrepülés lehetőségeiről. A tragédia, a kudarc mindig is ott lapult a fejlesztés és a tesztelés során. Remélhetőleg ezen túllépve folytatódik majd a kísérletsorozat, és meg sem áll a következő cél eléréséig, mely nem más mint a HOLD.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] NASA. AZ ŰRKUTATÁS TÖRTÉNETE
- [2] Paribusz Katalin „Űrutazás az interneten” dzakdolgozat
- [3] DR. ÓVÁRI GYULA. PROFESSZOR „KOZMIKUS SEBESSÉGEK” JEGYZET.
- [4] WIKIPÉDIA. ONLINE LEXIKON
- [5] SAJÁT GYŰJTÉS, ÉS KUTATÁS