

Szegedi Tudományegyetem TTIK
Kísérleti Fizikai Tanszék

SZAKDOLGOZAT

Az emberes űrprogramok jövője

Készítette: Kiss Péter
Fizika BSc szakos hallgató

Témavezető: Dr. Szatmáry Károly
habil. egyetemi docens

Szeged
2009

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalmi összefoglaló	2
Bevezetés	3
Röghöz kötve – Földközelen holnap	3
Az égbe törő magánszektor	5
Orion	6
Direct – alternatív hordozócsalád a Constellation programhoz.....	8
Kliper	10
Kliper-ER	12
Busz-állomás-taxi koncepció.....	14
Földközelen holnapután.....	15
Űrrepülőgépek	15
Szubszonikus anyagép – kis űrrepülőgép.....	16
Ascender	17
Szuperszonikus anyagép – közepes űrrepülőgép.....	18
Reusable Orbital Carrier	18
Spiral.....	19
HOTOL.....	20
HORUS.....	21
Többfokozatú közepes űrrepülőgép	22
Többfokozatú nehéz űrrepülőgép	23
Űrállomások	24
Orbital Laser Cannon	25
Hajtómű kérdések	27
Antianyag meghajtás	28
Létfenntartó rendszerek, szkafanderek	29
Variációk egy témára – A Mars expedíció módozatai	31
Fix leszálló egység (bázis) koncepció	31
1A verzió	31
1B verzió	32
1C verzió	32
Mobil leszálló egység koncepció.....	33
2A verzió	33
2B verzió	34
A Rover követelményei	34
A súlytalanság hatása az emberi szervezetre.....	36
Összefoglalás	40
Felhasznált irodalom, források	41
Függelék	42

Tartalmi összefoglaló

Dolgozatom célja átfogó elemzést adni a jelenleg fejlesztés alatt álló űrhajókról, valamint az azok segítségével megvalósítható későbbi programokról. Különös figyelmet fordítva az emberes expedíciók előtanulmányaira, azok szakmai elemzésére, kritikájára. Előbb áttekintést nyújtok azokról a programokról, melyek már megvalósulás alatt állnak, majd továbbfejlesztési vagy újabb felhasználási lehetőségeket elemzek, saját ötletek alapján. A Mars-expedícióra kiemelt figyelmet fordítva elemzem mind az űrhajó, mind a felszíni bázis és a roverek fejlesztését. Küldetésprofilok és követelmények összegzésével, elemzésével és saját ötletek alapján megoldásokat javasolok az expedíciók kivitelezésére. Azonos célú de különböző felépítésű alternatívák bemutatásával szélesebb választási lehetőséget kínálok a konkrét tervezéshez.

A dolgozat egyes részei önmagukban is felhasználhatóak szakirodalmi összefoglalóként, technológiai előtanulmányként, vagy elemző kritikaként. Ezért formailag kicsit eltér az általánosan megszokott szakdolgozatoktól. Hiánypótló alkotás, mert magyar nyelven még nem készült összefoglaló elemzés a korábban született expedíció-tervekről. Az emberes expedíciók követelményrendszeréről és a korszerű tervek különböző módoszatait bemutató, az időközben szerzett tudományos ismeretek birtokában frissített elemzés sem létezik jelenleg magyar nyelven.

Terjedelmi okból a korábbi tervek legnagyobb része a függelékben található. Az azokból levont tapasztalatokat viszont a dolgozatban tárgyalom.

A mű egészében oktatási segédanyagként használható a középiskolákban, mert fizikai részletekbe nem mélyedek bele. A csillagászat tantárgy mellett általános ismeretterjesztés célját is szolgálja, hisz napjainkban egyre több laikus ember érdeklődik az életünk részének tekintett űrrepülés iránt.

A felsőfokú oktatásban, elsősorban csillagász szakon nyújthat segítséget, mint összefoglalás, referencia-forrás.

Bevezetés

Több, mint 30 év szünet után napjainkra ismét előtérbe került az emberes expedíciók felújítása, a Földön kívüli támaszpontok létrehozásának terve. Jogosan kérdezhetik, hogy miért szükséges méregdrága és veszélyes küldetésekre küldeni űrhajósokat, amikor a vizsgálatok ugyanúgy elvégezhetők automata vagy távvezérelt robotokkal, nagyságrendekkel olcsóbban és emberi élet veszélyeztetése nélkül? A válasz egyszerű: az emberi agy nem helyettesíthető. Az ember képes komplex képet alkotni környezetéről, a környezeti hatások ismeretében gyorsan döntést hozni és tapasztalati úton tanulni, valamint a már meglévő ismeretekre alapozni. Az emberi elme a vizsgálat eredményét azonnal beilleszti egy modell-képbe, és a következő lépést ennek igazolására, vagy erre építve végzi el. Olyan szoftver, ami ilyen képességekkel rendelkezik, még nem áll rendelkezésünkre, és belátható ideig nem is fog. A másik lényeges érv az, amiért a hegymászó is megmássza a hegyet. Képesek vagyunk rá, és ezt tettekkkel kell bizonyítani. Más világok felfedezésével, esetlegesen ottani letelepedéssel olyan felbecsülhetetlen értékű tudományos ismeretekhez, lehetőségekhez jut az emberiség, amik elmulasztása, ki nem használása fajunk, sőt bolygónk jövőjének sorsáról is dönthet.

Röghöz kötve – Földközelen holnap

Napjainkban az űrrepülés fejlődése technológiai mélyponton van, amin a jelenleg futó projektek sem fognak változtatni olyan mértékben, amire alapozható lenne egy kiterjedt expedíciós program. A Space Shuttle az utolsókat csapja szárnyival, méltó utód nélkül. Oroszország csak a Szojuz utódján dolgozik, több mint 20 évnyi késéssel, a nagy teherbírású, többször felhasználható űrhajó tervezése még mindig várat magára. A vén kontinensen sem született érdemi megoldás, és a feltörekvő Kínában is az oroszok által egykoron kitaposott ösvényen óhajtának végigmenni, eddig a nemzetközi programokban való részvétel szándéka nélkül. A hosszú menetelés a világűrbe ezért nem is szülhet olyan típust, ami komoly előrelépés lenne.

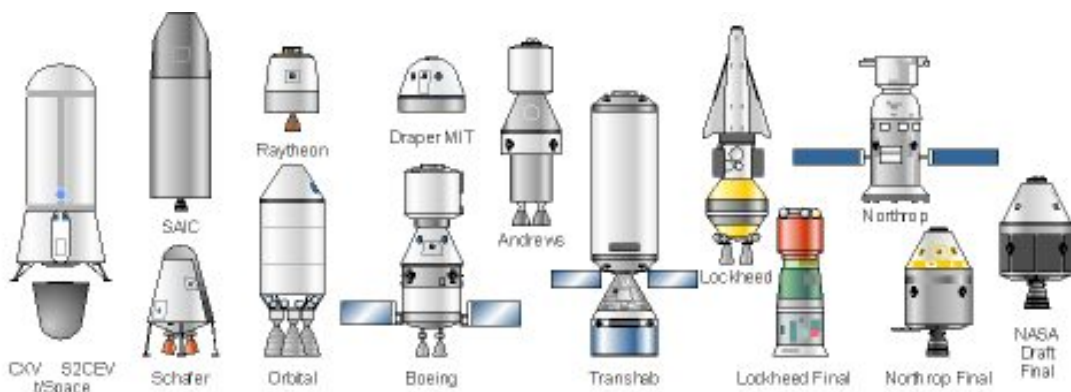
A NASA-nak elvileg ott lesz nemsokára az Ares új generációs hordozórakéta-család, ami azonban csak kényszermegoldásnak felel meg az emberes repülések hosszú távú jövőjében. Hasonlóan az orosz Onyega és Angara rakéták is csak a hordozóeszköz váltótípusai lesznek, nem a Föld elhagyásának technológiai változtatása.

A 2010-2016 közötti időszakban a Szojuz jelenti az egyedüli lehetőséget emberek feljuttatására a Nemzetközi Űrállomásra (továbbiakban ISS). Ez nemcsak politikai, de kapacitásbeli függést is jelent, ami a közeljövő programjait erősen negatív irányba befolyásolja.



1. ábra: A különböző űrhajótervek méretarányos összehasonlítása.
(forrás: <http://www.astronautix.com/craftfam/newrewed.htm>)

Az Európai Űrügynökség (ESA) felvázolta egy embert hordozni képes űrhajó tervét, ami az ATV teherűrhajóhoz épített visszatérő kapszula, CTV néven. Mint önálló űrhajónak, nem sok esélye van, viszont az átalakított ATV lakómodulként tökéletesen megfelelne a kisebb szerelvényekhez. Például egy Hold-expedícióhoz ideális lenne, az Orionnál nagyobb belső tere és teherbírása miatt. Az USA-ban is hamar eldőlt a Shuttle utódjának szánt Crew Exploration Vehicle (CEV) űrhajó kialakítása. Az Apollo-leszármazott Orion űrhajó vetélytárs nélkül maradt.



2. ábra: Különböző CEV tervek az összes amerikai gyártótól.
(forrás: <http://www.astronautix.com/graphics/z/zcevcmm.jpg>)

A kínai Shenzou gyakorlatilag a Szojuz másolata, néhány egyszerűbb moduláris elemben továbbfejlesztve, de egyik része sem használható fel újra. Leváltását még nem tervezik, csak alkalmazásának kibővítését.

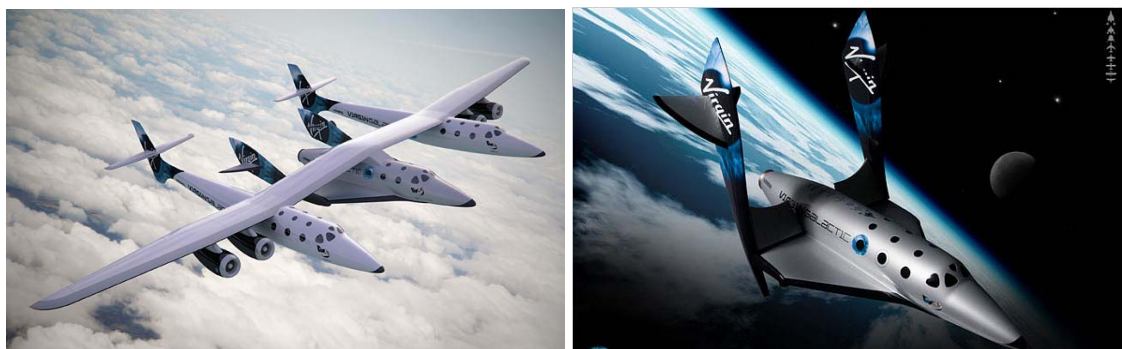
Orosz irodák álltak elő a legtöbb variációval. A korábbi TKSz állomásmodul gyártásának újraindítása ugyanúgy szóba került, mint a korábban törölt Zarja feltámasztása Big Szojuz-

ként, a Szojuz-hoz rendkívül hasonló PK-NO, betársulás az ESA CTV projectjébe, valamint az Enyergija iroda önálló terve, a Kliper.

Az égbe törő magánszektor

A modern technika közvetlen elérhetőségének és a nagy anyagi háttérrel rendelkező magánszemélyek szabadsága miatt elérkezett az idő, amikor magáncégek is képesek önerőből megépíteni és üzemeltetni űrrepülőgépet. Fogyasztói igény van rá, és arról sem szabad megfeledkezni, hogy a magánzók sokkal bátrabban vágnak bele radikálisan új ötletekbe, mint a minden egyes fillér befektetésért felelős állami cégek. A repülőgépgyártás történelme során bebizonyosodott, hogy a kis cégek mindig merész újításokkal állnak elő, míg a piacon már berendezkedett nagyvállalatok a meglévő biztost csiszolgatják, épp csak annyira, amennyire azt a versenytársakra adott reakció megkívánja. Az X-díj (<http://www.geographic.hu/index.php?act=napi&rov=3&id=12661>) kihirdetése tettekre ösztönözte az addig csak álmodozó mérnököket és befektetőket egyaránt. S be is bizonyosodott, hogy a magánerőből táplálkozó úriparnak van jövője hosszabb távon is, nem csak a gazdagok újabb különcködő sportját jelenti. Komoly kutatási előny származhat abból, hogy a magáncégek több embernek biztosítanak lehetőséget, és szponzorok fedezetével több olyan repülés/kísérlet végezhető el, amit a szűkös állami költségvetésekbe nem, vagy csak nehezen, más programok rovására lehetne beilleszteni. A SpaceShipOne sikeres repülése bebizonyította, hogy magánerőből fejlesztett repülőgép is képes a kellő teljesítményt produkálni, utódja a jelenleg még fejlesztés alatt álló SpaceShipTwo pedig már utasokat fog szállítani szuborbitális repüléseire.

Valószínűsíthető, hogy az üzlet felfutásával több gyártó is jelentkezni fog, és a fejlesztési verseny az üzleti világban nagyobb ösztönző erőt képvisel.



3. ábra: A SpaceShipTwo szuborbitális repülőgép a hordozóra függesztve és önálló repülés közben.

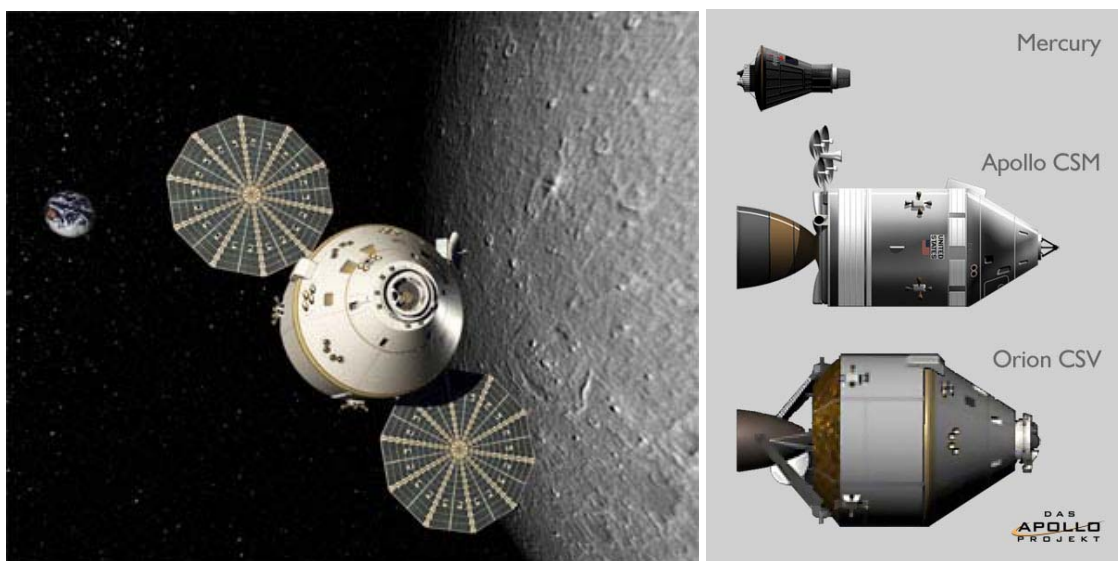
Orion

(www.nasa.gov , www.space.com, www.urvilag.hu és www.spaceref.com alapján)

Amerika következő űrhajója, melynek konkrét tervezését a Columbia tragédiája után vették elő komolyan. A baleset után lefolytatott vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a Columbia vesztét nem a Shuttle tervezési hibája vagy előregedése okozta, de ettől függetlenül pálcát törtek a megmaradt gépek feje felett. Mára bebizonyosodott, hogy a minimális követelményeket is csak alig teljesítő szükségmegoldást szentesítettek.

A cél egy olyan űrhajó megalkotása volt, amivel a tervezettnél korábban befejezett Apollo-programot lehetne folytatni, valamint képes kiszolgálni az ISS-t és alkalmas a majdani Mars-expedíció vezérlő moduljaként is szolgálni. A légénységi modulnak többször felhasználhatónak kell lennie, viszont az egész űrhajónak nem. Ugyanakkor az egész űrhajó egyszerűbb és kisebb kell, hogy legyen, mint a Shuttle.

Az egyszerű és kezdetleges elv kevesebb kockázati tényezőt rejteget, viszont szemléletbeli és technológiai visszalépés.



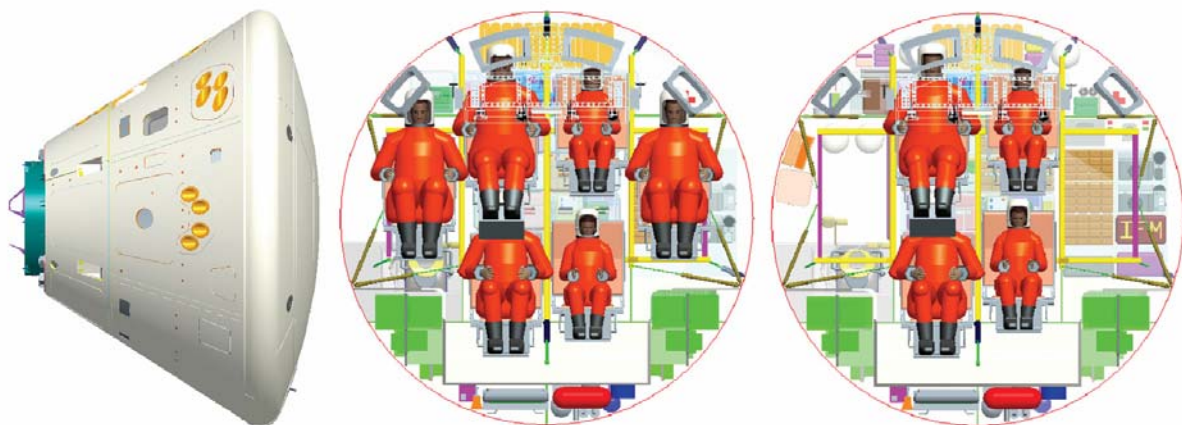
4. ábra: Az Orion űrhajó repülés közben (fantáziarajz), és a méretarányos összehasonlítás.

Kezdetben a még CEV munkanevű űrhajó az Orion nevet kapta, és hozzá nagyon hasonló versenytársait már a tender korai szakaszában, a rajzasztalon kivégezték (Northrop CEV <http://www.astronautix.com/graphics/z/zcevnort.jpg>). A program során nyíltan hirdették, hogy az Apollo-t vették alapul, gyakorlatilag azt másolták le modern köntösbe bújtatva, és ez nem csak a hajó szerkezetére, hanem alkalmazásának menetére is igaz. A hozzá tervezett Altair holdkomp is az Apollo holdkompjának (LM) felnagyított,

ránccfelvarrott változata. Ares névre keresztelt hordozórakétáik hajtóművei a Saturn J-2 egy változata. Egyfelől költségtakarékos megoldás egy már létező típus továbbfejlesztése, mert semmi újat nem kell kikísérletezni. Még olyan megmosolyogtató eseményre is sor került, hogy a múzeumban álló Apollo-t szerelték szét részlegesen, hogy megnézzék, hogyan is volt anno... Viszont már abban az időben is, mikor az Apollo program szekere még igencsak futott, a mérnökök már előre látták a korlátokat.

Az űrhajó szerkezeti kialakítása immár véglegesnek tekinthető, és a hajtóművét is kiválasztották. A hajó négy fő részre osztható, a Crew module (ahol a legénység és a kevéske rakomány kerül elhelyezésre), a Service module (a hajtóművek, üzemanyag, energiaellátó rendszer háza), egy hordozórakétához kapcsoló adapter és a mentőrendszer. A NASA szakít minden korábbi leszállási módszerével, amelyekben korábban tapasztalatokat szerzett, és a szárazföldi leszállást választotta, ami kissé furcsa döntés. A mentőrendszer is a Mercury-Apollo sémát követő rakéta. Sőt, igencsak ritka eseményként a repülőgépgyártás történetében, az üres tömeget csökkenteni lehetett az első tervhez képest 1350 kg-mal. A program jelenlegi állása a méret és súlymakketknél tart, egy tengeri próbán már túl vannak. Viszont nagyon lassú a haladás, ezért komolyan felmerült, hogy a Shuttle-flottát egy évvel tovább tartják szolgálatban. Ami biztosra vehető, hogy az Orion nem lesz repülőképes állapotban 2015 márciusa előtt. Sőt, hogy tartani tudják ezt a határidőt, az eredetileg tervezett 6 helyett csak 4 főt szállíthat majd a korai típus. Borítékolható, hogy később sem fogják a 6 személyes változatot kifejleszteni, a költségekre és a „megfelelőségre” hivatkozva.

További súlyos hiányosság, hogy mérete és kialakítása miatt nem, vagy csak alig fejleszthető tovább és akkor sem lehet teljes egészében újrahasznosítható.



5. ábra: Az ülések elrendezése az Orion visszatérő kabinjában. Szűkös lesz.

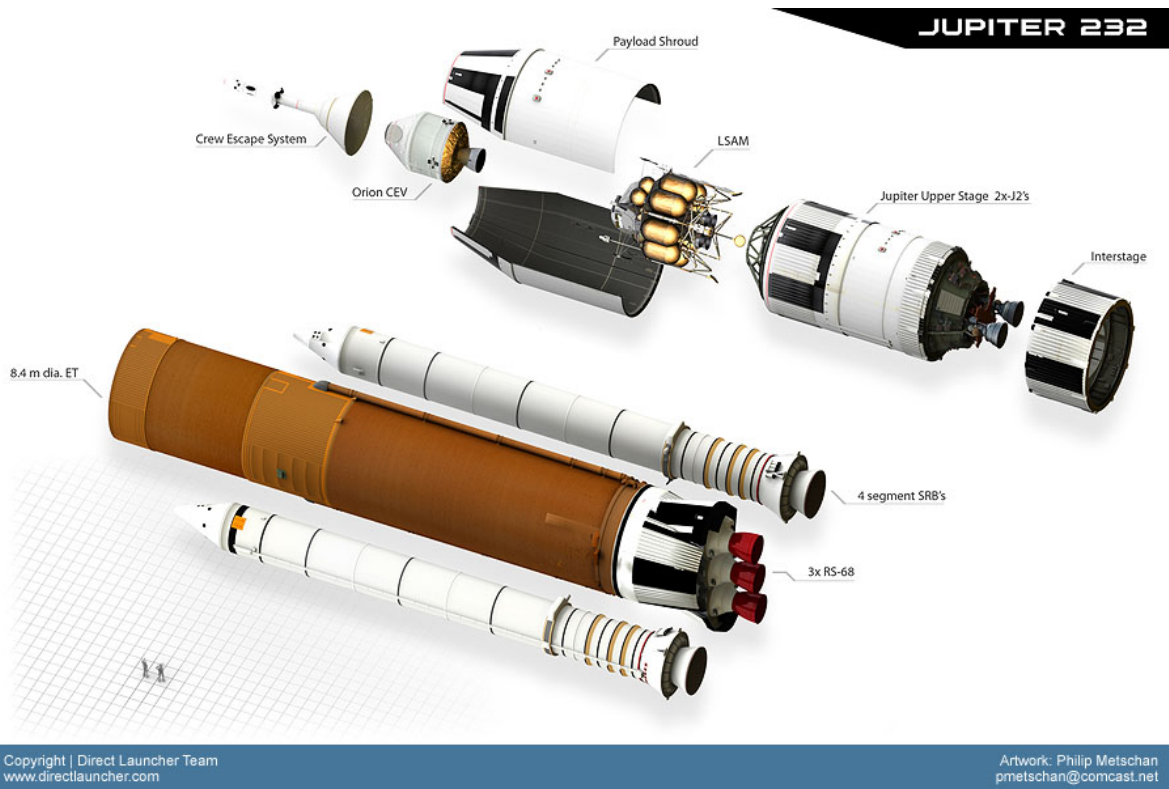
Mint a Constellation program egyetlen emberes űrhajótípusa, az Orion jövője biztosított, már csak amerikai nemzeti büszkeségből is. Kérdéses, hogy az ésszerűtlen, költséges és alacsony potenciálú, továbbfejleszthetőség nélküli programból mennyi valósul meg?

Direct – alternatív hordozócsalád a Constellation programhoz

(<http://www.directlauncher.com> alapján)

A NASA-n kívülről érkezett javaslat a Direct Shuttle Derivative (Direct) rendszerre olyan megoldást jelentene, amivel a teljes Ares család fejlesztési költségei és munkaiigénye megspórolható lenne. A Shuttle leállításának nem feltétlenül kell vonatkoznia annak hordozó eszközeire is. Jól bevált, erős és megbízható rendszerről van szó, aminek az orrára ugyanolyan módon, biztonságosan illeszthető az Orion, mint az Ares-ra. Így maradhatna a jelenleg is használt szigetelő hab a hidrogéntartály borításaként, ezzel is jelentős kutatási költségeket megtakarítva. A második fokozat kialakítása is csak minimális áttervezést igényelne, amihez a Delta IV rakéta vagy akár a Shuttle hajtóművei egy az egyben felhasználhatóak lennének. A nagyobb teljesítményű változatnál a tartály tetején még egy harmadik fokozat is helyet kapna, amelyben két darab J-2XD hajtómű szolgáltatná a meghajtást. Ez a megoldás elegánsan egyszerűbb az Ares rendszerénél, ráadásul jobban passzolna az Orion mindkét feladatához, az ISS ellátásához, vagy a Hold-, Mars- és aszteroida-expedíciókhoz. Nem kéne ugyanis két teljesen különböző felépítésű eszközt és a hozzájuk tartozó infrastruktúrát fejleszteni. Ráadásul a kisebbik változat elegendő tolóerőt szolgáltatna nemcsak az Orion kabin feljuttatásához, hanem tekintélyes további hasznos tömeg pályára állításához az Orion és a tartály között kialakítandó teheradapterben. A nagyobbik változat pedig – a Saturn-V-höz hasonlóan – egyetlen starttal tudná az anyaűrhajó/holdkomp rendszert feljuttatni, majd holdpályára állítani. Ezzel mindkét változatnál elkerülhetőek lennének a szimultán indítások, nem lenne szükség több indítóállványra, azok teljes kiszolgáló infrastruktúrájával együtt. Lehetne egy egyszerűbb cargo változata is.

Természetesen az elképzelés egyelőre csak egy ötfős szakembercsoport 130 oldalas dokumentumában létezik egyelőre. Viszont ésszerűsége és takarékosága miatt komolyan érdemes lenne a Direct-et választani a teljesen új fejlesztés helyett.



6. ábra: A Direct hordozórakéta Hold-expedícióhoz tervezett változatának szerkezete.
 (forrás: <http://www.directlauncher.com/>)



7. ábra: A tehertér kitöltésének néhány lehetősége.
 (forrás: <http://www.directlauncher.com/>)

Kliper

(www.russianspaceweb.com alapján)

A következő generációs orosz űrhajó, a Szojuz váltótípusa. Hosszas vázolgatás és sokféle előtanulmány után a konkrét tervezése 1999-ben kezdődött meg, az RKK Enyergija cég égisze alatt. A többi terv inkább egyfajta szuper-Szojuz képét öltötte fel, mintsem egy teljesen új tervezésű, új technológiákat használó hajóét. Hasonlóan, mint az amerikai terv, az új űrhajóhoz új hordozórakétát is terveznek, Onega néven. Mindamellett a Kliper használható lesz a jelenlegi Szojuz-2-3 és Zenit rakétákkal is. Fontos kritérium volt továbbá, hogy a gyártáshoz minél több jelenlegi alkatrész és eljárás felhasználható legyen. Alapkövetelmény volt, hogy a 14,5 tonnás tömegű hajó 6 embert és további 700 kg terhet legyen képes visszahozni a Földre.

Az első terv teljesen szokatlan kialakítású volt, mert a legénység háttal ült a Kliper orrának, és a jármű az orrával lett volna csatlakoztatva a hordozórakétához. Fontolgattak felhajtható szárnyú típust is, de a mozgó alkatrészek, forgási pontok túl nagy hibaforrást jelentettek volna, így ez nem jutott túl a rajzasztalon.

A fejlesztésbe szokatlan módon szeretnének bevonni külföldi vállalatokat is, a költségek megosztása és a kompatibilitás miatt.



8. ábra: Az első variáció: napelemek és ejtőernyős leszálló rendszer, 2004



9. ábra: Lifting Body változat, hidrogén cellás energiaforrással, 2004 november.

Mire 2006-ra kialakult a véglegesnek tekinthető konfiguráció, több változtatáson is átesett. (szárnyas, lifting body, majd megint szárnyas) A szárnyak ismételt bevezetésére azért volt szükség, mert így nemcsak a légkörben való manőverezőképesség javult, hanem a legénységre ható g-terhelést is csökkentti. A számítógépes szimulációk alapján mindössze 2,5-2,7 g terhelésnek lesz kitéve a személyzet. A hajtómű modul gyűrű alakú, benne helyezkedik el a szintén leváló orbitális kabin, a zsilipkapuval. Utóbbi szinte megegyezik a

Szojuz hasonló részegységével. Egy ideig úgy tűnt, hogy ez a részegység egyszer használatos lesz, mert a szárnyas váz nem bírta el a tömegét a visszatéréskor és hővédelmét sem oldották meg.

2005-re győzött a szárnyas változat, viszont ez 500 kg-mal nehezebb és 200 kg-mal kevesebb terhet szállíthat. Egy későbbi 2005-ös változtatás az orbitális kabin legtöbb felszerelését és a hajtóműveket áttette a külön egységet képező Parom modulba, amit külön is indítanak, automatikus vezérléssel. A repülési profil szerint a Kliper alacsony pályára állna, ahol bevárja a Parom-ot, amivel összecsatlakozik. Majd a Parom segítségével érne el az űrállomást, amihez azon keresztül dokkolna. Az állomás elhagyása után a Parom leválik a Kliper-ről és orbitális pályán marad, készen a következő Kliper fogadására. A „lemeztelenített” Kliper siklórepülésben térne vissza a Földre, kerekeken landolva hagyományos leszállópályán.

A mentőrendszer is jelentős módosításon esett át, mert eredetileg a Kliper orrára szánták, a megszokott toronyszerű elrendezésben. Viszont ez a kialakítás nagyon kedvezőtlenül hatott volna az áralmásra az orr körül és leválasztása is veszélyes lett volna a szárnyak miatt. Egyszerű és szellemes megoldással a mentőrakéták végül a Kliper tatjára kerültek, az adapter gyűrűre, ahol ugyanolyan hatást válthatnak ki mentéskor. Sőt, manőverező hajtóműként is szolgálhatnak az űrben, így nem megy veszendőbe a rakéta-rendszer akkor sem, ha szerencsére nem volt szükség rá az eredeti feladatában.

A 2006-os, eddig utolsó módosításkor elhagyták a Parom modult, és visszatértek az egyszer használatos orbitális kabin alkalmazásához. Az ejtőernyőket megtartották, mint biztonsági tartalékot. 2008-ban az aerodinamikai kialakítás ismét változott kissé, és vizsgálni kezdték a majdani Hold-expedíciókban való használhatóságát is. Kétfős személyzettel képes 1000 kg rakományt is az ISS-re szállítani. A repülése után semmiféle törmelék nem hagyhat hátra orbitális pályán.

A repülési idő 14 nap lehet maximum, teljes 6 fős legénységgel, az ISS-hez csatlakoztatva egy évet tölthet majd. A Kliper élettartamát 60 leszállásra vagy 30 naptári évre tervezik.

A legyártani kívánt mennyiség még nem ismert, de legalább 8 db biztosra vehető, hogy a javítás alatt állók hiányában is legyen tartalék hajó minden felszállás alkalmával. A repülés utáni földi munkálatok sokáig tartanak, ezért 8 hajónál kevesebbel nem garantálható az ütemterv tartása.



10. ábra: A 2005-ös változat a Parom orbitális modulal, és a 2006-os változat, leváló orbitális kabinnal.



11. ábra: A 2006-os változat szerkezeti felépítése.

Kliper-ER (extended range)
(saját javaslat)

Hosszabb idejű űrbeli tartózkodásra módosított változat, ami a rövidebb távú repülésekhez lenne használva (pl. űrállomások közt, magasabb pályán parkoló bolygóközi űrhajókhoz vagy az űrtávcsövekhez). Mivel a földre sosem térne vissza, ezért a hővédő pajzs tömege megspórolható, vagyis üzemanyaggal helyettesíthető. Szárnyakra szintén

nincs szükség, ezek tömege is megspórolható, vagy illeszkedő tartályban ellátmánnyal, üzemanyaggal helyettesíthető. Az űrhajó három részből tevődik össze, maga a könnyített Kliper, mint vezérlő egység, ehhez kapcsolódik a Parom lakómodullá alakított változata, végül a hajtómű modul. Utóbbiban csak annyi változtatás szükséges, hogy az üzemanyag tartályok befogadóképességét kell növelni. A dokkoló ajtó a Parom felső részére kerülne, ezáltal a hajtóművek egyszerűbben helyezhetők el a jármű tatjában. A Parom helyett az európai CTV is tökéletesen megfelelne, ráadásul az már létező jármű, amit olcsóbb lenne módosítani, mint egy teljesen új modult kifejleszteni.

Hajtóműve hagyományos kémiai rakéta, a célnak tökéletesen megfelel nagy teljesítménye, viszonylag alacsony tömege és megbízhatósága, egyszerűsége miatt. Az áramellátásról kinyitható napelemtáblák gondoskodnak.

A cél legalább 12-15 napos repülés biztosítása 4-6 ember számára. A küldetés után a nagy űrállomásra tér vissza a hajó, ahol csak a készleteit kell feltölteni és ismét útra kész.

Az ER változat megalkotása nem igényelne semmi további teljesen új fejlesztést, hiszen majdnem minden eleme gyártás előtt áll, és a változtatások zömében egyszerűsítések (az űrhajót még a Földön összeszerelve nem kell az egyes moduloknak önálló kormányrendszer és navigáció). A start a Direct rakétával történne.

Összességében elmondható, hogy a Kliper tényleges előre lépést jelent, és sokkal több továbbfejlesztési potenciált tartogat, mint az Orion. Ha megoldják, hogy ne egyszer használatos legyen a hajtómű modulja, az egész hajó térjen vissza, akkor gazdaságosság terén is fölényesen verné amerikai vetélytársát. (csak a csatlakozások megerősítésére és a hővédő pajzs kiterjesztésére lenne szükség, nem a sárkányszerkezet teljes áttervezésére) További jelentős fejlesztési költségeket és időt lehetne megspórolni, ha nemzetközi együttműködés keretében a Direct hordozórakéta-családot alkalmaznák. A Kliperhez tervezett egyéb modulokkal pedig egyaránt lehetne Hold-expedíciókon és Föld körüli küldetéseken is használni. A Hold-komp kivételével nem kellene hozzá külön speciális egység. Európai vállalatokat bevonva az integrált rendszerek fejlesztésébe hosszú távon munkát lehetne adni a jelentős tapasztalattal rendelkező cégeknek, és a munkamegosztás elve miatt az RKK Enyergija is gyorsabban haladna a fejlesztéssel. Az oroszok részéről eme szándék megvan, több nemzetközi repülési szakkiállításon is hirdették, hogy partnereket keresnek a Kliper programhoz.

Egymásra épülő, hajóosztályokon, moduláris rendszeren nyugvó elképzelés nem jutott tovább a vázlatoknál. Sajnos ez a fajta irányvonal a modern programokból is hiányzik. Márpedig hosszú távon meg kellene határozni a fejlesztési irányzatokat még most, hogy logikusan, gazdaságosan használhassák ki a fejlesztő/gyártó kapacitást. A jelenlegi programok 10-15 évig biztosítják az ISS életben tartását, és az eddig elért gyakoriságú repülések folytatását. Tovább azonban nem léphetünk, mert ezek csak a korábbi típusok modernizált utódai, nem távolabbra mutató, típuscsaládok. A megoldást az jelenthetné, ha először kiépítenénk azt a többfunkciós, kiterjedt, gazdaságos hátteret, amivel gyakori űrrepülések fenntarthatók, és a távolabbi emberes repülések nem egyedi sikerek, hanem magától felkínálkozó lépések lennének, a biztosított további üzemeltetéssel.

Busz-állomás-taxi koncepció:

(saját javaslat)

Alkalmazási elv az emberes repülések technológiai módjára. Egységes űrhajó osztályok és egyazon szisztéma használata. A koncepció lényegét a földi hasonlat jól leírja: egy nagy távolságok megtételére tervezett buszon utazunk az állomásra, ahonnan kis taxival megyünk az állomáshoz közeli célhoz.

A Földről űrrepülőgép juttatja fel az embereket orbitális pályára, célszerűen a nagy űrállomásra. Ott átszállnak a „buszba”, ami egy bolygóközi repülésre tervezett űrhajó. Ez a busz lehetne a Kliper egy könnyített változata lakórésszel kibővítve, amihez akkora hajtómű modul kapcsolható, amekkorát a repülés megkíván. Az „állomás” szó szerint értendő, a célbolygó körül keringő űrállomás, ami már készen várja az embereket. A busz összekapcsolódik az állomással, ahonnan üzemanyagot vételez a visszaútra. A bolygó felszínére a „taxival” jutnak le az űrhajósok, ami egy speciálisan tervezett kis jármű, az adott bolygóhoz igazodva. Ez csak a bolygó és az állomás közti ingázásra szolgál, célszerűen újra felhasználható, legalább 2 alkalommal.

Kétség kívül költséges megoldás ennyi féle űrhajó/osztály megépítése, viszont hosszú távon megtérülne a belé fektetett pénz és energia. Minden eleme sorozatban gyártható, a moduláris felépítés miatt nagyfokú rugalmasság és továbbfejleszthetőség jellemzi. Az „állomást”, mindennel felszerelve jó előre el lehet startoltatni, olcsó Hohmann-pályán. Csak a fékezéshez és a pályára álláshoz szükséges üzemanyag mennyiséget szállítja, plusz a busz visszaútra való üzemanyagát (alkalmas helyen az üzemanyagot akár helyben is elő lehetne állítani).

A viszonylag kis tömegű buszt saját, folyamatosan üzemelő hajtóműve kellően felgyorsítja ahhoz, hogy jóval rövidebb úton közelítsék meg az „állomást”. A „buszban” utazó embereknek így nagyságrenddel kevesebb időt kell súlytalanságban eltölteniük, mert űrhajójuk tolóerő/tömeg aránya nagyon kedvező (ugye a kizárólag világűrben repülő hajónak nem kell hővédő pajzs, aránylag rövid repülési idő miatt kevesebb élelmiszer kell, nincs szükség nagy tömegű és méretű, forgó elrendezésre, nem jelent holt tömeget a hazaútra való üzemanyag, stb...). A buszhoz kapcsolandó ellátó modul mérete a küldetés hossza szerint változtatható lenne, akárcsak a hajtóműhöz tartozó üzemanyagtank.

A koncepció biztosítja, hogy egy küldetés nem egyszeri alkalom, az elért eredmény fenntartható, sőt bővíthető. A több különböző típus pedig garancia a specializált feladat magas szintű ellátására. Régóta ismert tény, hogy ami mindenre jó, az semmire sem jó igazán. Az olyan veszélyes és összetett dolgokra, mint az űrrepülés, ez fokozottan igaz.

Földközelen holnapután

Űrrepülőgépek

Az amerikai Space Shuttle leállításával hatalmas technológiai űr keletkezik. Már a kezdetek, az űrutazások tervezése óta a leglogikusabb koncepció a repülőgépként fel és leszálló, teljesen újrahasznosítható űrhajó. Katonai berkekben már az 1950-es években több terv született űrrepülőgépek, űrrepülőgép-űrállomás rendszerek alkalmazására. Később is rendszeresen visszatértek ehhez a módszerhez, ami igazolja a koncepciót.

A Space Shuttle létjogosultsága a két katasztrófa és a magas üzemeltetési költségek ellenére is megkérdőjelezhetetlen. Korántsem tökéletes, azonban egy nagy teherbírású, még megfelelően gazdaságos és biztonságos gépezet. A két katasztrófa pedig, mint azt a vizsgálatok kiderítették nem róhatók a technikára, leginkább emberi felelőtlenség okozta őket (a Challenger startja a megengedett hőmérséklet alatt történt, és a Columbia vesztét okozó szigetelőhab leválása is régóta ismert jelenség volt, csak nem vették kellően komolyan). A rövidesen szolgálatba lépő Ares rendszer, legyen akármennyire is korszerű, akkor is csak óriásrakéta. Szemléletbeli és technológiai visszalépés. Egy rakéta olcsóbban, gyorsabban kifejleszhető, mint egy űrrepülőgép, ez igaz. Alkalmazása hosszú távon viszont sokkal költségesebb. Az űrutazás soha sem lesz olcsó dolog, és ezen csak rontani fog, ha a költségekre hivatkozva kényelmesen leállunk a jelenlegi szinten. Egy hasonlittal élve, be lehet rendezni jóra, kényelmesre a bölcsőt, vagy vesszük a fáradtságot és

megtanulunk járni. Űrrepülőgép alkalmazásával megspórolható a későbbi, bolygóközi űrhajókon a Földre visszatérést szolgáló egység és jelentős építési költségek is. Rugalmasabb az indítási feltételek tekintetében és a startok közti idő is lényegesen rövidebb. Ez a nagy, több tíz felszállást igénylő projektek esetében olyan aduász a rakétákkal szemben, ami dollár-százmilliókban mérhető megtakarítást hoz.

Koncepciók:

Szubszonikus anyagép, kis űrrepülőgép

Ez a rendszer 4-6 személy vagy kistömegű teher alacsony Föld-körüli pályára juttatására képes, nagyságrenddel olcsóbban és biztonságosabban, mint a jelenleg használt rakéták. A koncepció létjogosultsága abban az egyszerű tényben rejlik, hogy a legtöbb energia a felszíntől való emelkedéshez, a nagy tömeg nulláról kezdődő gyorsításához kell. A 12 km magasságba emelkedéshez a rakéták üzemanyaguk kb. felét használják el. Ha egy kisméretű (ezáltal kistömegű) gép eleve 12 km magasságból, kezdősebességgel gyorsul, mindezen energia megspórolható.

A többszöri felhasználhatóságra maga a Kliper ugyan megoldást nyújt, de hagyományos hordozórakéta kell a pályára juttatásához. Az indítások így akkor is nagyon drágák, ha a hordozórakéta minden eleme újrahasznosítható.

Megfelelő hordozógép ma is található, jelenleg is gyártott, üzemelő típus az An-225, B-747. Teherbírása mindkettőnek többszörösen is elegendő és nagyméretű külső teher hordozásában is jelentős tapasztalatok gyűltek össze a két típussal. Méreteik dacára akár közepes méretű repülőtérről is üzemeltethetők, az egyenlítő közelében ezekből számos található. Az űrrepülőgép tervezése sem a nulláról indulna, a szó szoros értelmében. Már az 1970-es években kiterjedt kísérletek folytak az ún. LiftingBody repülőgépekkel. Az aerodinamikai kialakítás már ismert, csak keveset kellene rajta csiszolni. Az alkalmazandó fedélzeti rendszerek, a hővédelem, a rakétahajtómű, mind ma is létező, kipróbált elemek. Sok olyan elem is elhagyható lenne, mint a légénységi szállás, konyha, stb. Ezek egy nagyméretű, hosszú önálló küldetéseken részt vevő űrrepülőgépen nélkülözhetetlenek, azonban egy csak alacsony Föld-körüli pályára szolgáló ingajáraton teljesen feleslegesek. A fejlesztési költségekre jó becslést ad, hogy mindenfajta állami támogatástól független magáncégek is képesek megalkotni szuborbitális gépet. Innen már csak egy lépcsőfok a tényleges űrhajó. Személyek világűrbe juttatása majdnem hétköznapi dologgá válhatna,

ami megmenthetné a haldokló űrállomás-projektek, és sokkal több feladat végezhető el, ha havi rendszerességgel repülhetne 4-6 ember, vagy akár több is. Egy átalakított változattal nagyon kis tömegű műholdak állíthatók pályára. A műholdak száma a jövőben valószínűleg nőni fog, az olcsó hordozóeszközre fokozott igény jelentkezik már ma is. Továbbá a technikai fejlődéssel párhuzamosan rohamosan csökken a műholdak mérete. Azt is fontos megemlíteni, hogy űrrepülőgép alkalmazásával egyáltalán nem keletkezik űrszemét, ami napjainkra már nagyon komoly veszélyt jelent. Vészhelyzetben is biztonságosabb a mentés egy mozgásban lévő repülőgépről, mint egy álló rakétáról, nagy mennyiségű üzemanyagot ülve. A mentőrendszer így nem kényszerül nagy túlterheléssel működni, ami mind az űrhajó szerkezetét, mind az emberek egészségét védi. A koncepció gyakorlatilag már létezik, használják is rendszeresen a személyzet nélküli Pegasus rakétával, ami kis tömegű műholdakat juttat alacsony Föld körüli pályára.



12. ábra: A Pegasus rakéta B-52 hordozógépre függesztve, valamint a rakéta szerkezeti rajza.

Ascender

(<http://www.bristol.spaceplanes.com/projects/ascender.shtml> alapján)

Könnyű szuborbitális repülő 1990-ből. Kombinált meghajtású, teljesen önerőből képes a repülést végrehajtani. A terv, mint technológiai demonstrátor számolt vele, a tényleges űrrepülésre a továbbfejlesztett változat lett volna képes. Fel és leszálláshoz két darab hagyományos Williams-Rolls FJ44 sugárhajtóművet használna, míg a majdnem függőleges emelkedést Pratt & Whitney RL10 rakéta szolgáltatná. Hagyományosan szállna fel, szubszonikus sebességgel emelkedve 8-9 km magasságig, ahol átkapcsolna a rakétahajtóműre. Ezzel 2,8 Mach-ra gyorsulva, közel függőlegesen emelkedve kb. 90 km csúcsmagasság érhető el. Utána hasonlóan meredek szögben zuhanni kezd, amiből siklásba mennek át és sugárhajtóműveit használva, hagyományos repülőgépként szállna le. Kis mérete miatt bármely 2 km-nél hosszabb felszállópályáról alkalmazható. A repülés

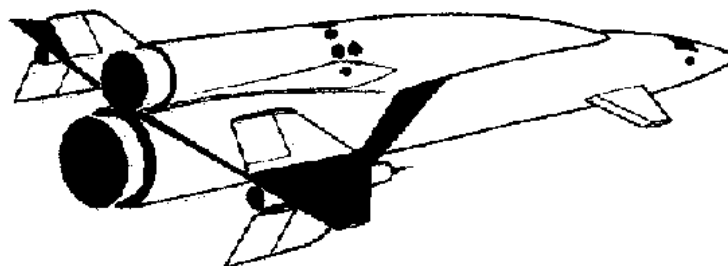
időtartama kb. 30-35 perc. Kétfős személyzet mellett két utast vihetne a gép, akik 2 percig lennének a súlytalanság állapotában. A sugárhajtómű elhagyásával, és a gép anyarepülőgépre telepítésével növelhető a hasznos teher és az üzemanyag mennyisége. Logikus, hogy egy ilyen kicsi repülőgépnek ne kelljen saját erejéből felszállnia. Szerkezete egyszerűbb és ezért megbízhatóbb, mint a SpaceShip 2 mozgó szárnyai.

Szuperszonikus anyagép, közepes űrrepülőgép

A legköltségesebb és a legnagyobb kockázatot rejtő módozat. Egy nagyméretű, nagy teljesítményű hordozógép kifejlesztése talán drágább is lenne, mint magáé az űrrepülőgépe. A létjogosultsága az űrrepülés szemétkéntes megvalósítása mellett a hordozógép többféle felhasználhatóságában rejlik. Kisebb átalakítással utasszállítóként vagy szuperexpressz teherszállítóként is szolgálhatna. Ígéretes kutatások folynak a turbo-ramjet hajtóművekkel, amik a hangsebesség 3-5-szörösére gyorsíthatják a gépet, a rakétakénál kisebb üzemanyag fogyasztás és saját tömeg mellett.

Reuseable Orbital Carrier

(forrás: <http://www.astronautix.com/craft/reurrier.htm>)



13. ábra: A Lockheed szuperszonikus hordozógép terve, hátán az űrsiklóval.

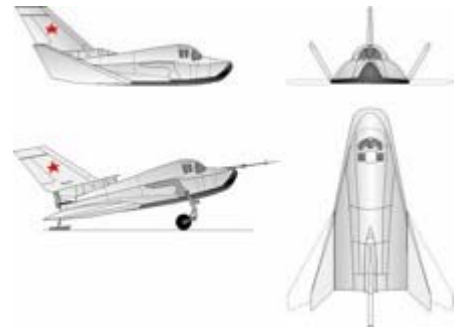
Lockheed vázlat 1964-ből egy minden elemében újrahasznosítható űrrepülőgép rendszerről. Az anyagép hagyományos módon száll fel és le, üzemanyaga kriogén H_2/O_2 . Az űrsikló 10 ember mellett 3 tonna terhet juttathat alacsony Föld körüli pályára, célszerűen a leendő nagyobb űrállomást kiszolgálni. Az űrsikló helyetti alternatíva egy személyzet nélküli, 11340 kg-os teherszállító rakéta volt, mely azonban csak egyszer használható. A programot a becsült költségek miatt törölték, mert ebben az időben már a felfokozott űrverseny miatt eldőlt, hogy a gyorsabban fejleszthető rakétákat fogják használni. Katonai megrendelés sem volt a nagy, szuperszonikus anyagépre a ballisztikus rakéták elterjedése miatt, és az Apollo-program miatt az űrállomás is lekerült a napirendről, amihez szükséges lenne egy gazdaságos ellátó gép.

Spiral

(www.russianspaceweb.com és www.astronautix.com alapján)



14. ábra: A Spiral rendszer repülés közben.



15. ábra: A MiG-105-11 nézeti rajza.

(forrás: <http://www.astronautix.com/craft/spiralos.htm>)

A szovjet terv bizonyos mértékben kakukktojás, mert hiperszonikus hordozóról mindössze egy nagyon kicsi űrrepülőt képzeltek el fellőni, hagyományos, egyszer használatos rakéta köztes-fokozattal. A hordozógép sohasem készült el, a MiG-105 típusjelzésű űrrepülő néhány tesztrepülést ugyan végzett, de csak légkörön belül.

GSR (szuperszonikus anyagép): Nagy nyílzási szögű deltaszárnyas elrendezés, a függőleges stabilizátorok a szárnyak végére kerültek. A négy darab turbo-ramjet hajtómű a szárnyak alatt, a törzstől nem messze feküdt. Az első változatot még kerozin/folyékony oxigén üzemanyaggal tervezték 4 Mach sebességre, később folyékony H_2/O_2 szerepelt, amivel 6-7 Mach érhető el 28-30 km magasságon. A második fokozat elengedése után hagyományos repülőgépként, működő hajtóművekkel szállt volna le.

RB: Egyszer használatos kétfokozatú rakéta, orrára erősítve a kis űrrepülővel. Egészen az orbitális pálya eléréséig hajtotta volna a kis repülőt.

OS: Egy embert szállító kis űrrepülőgép, lapos hasú LiftingBody kialakítással és felhajtható szárnyakkal. 130 km-es magasságú pálya elérésére képes elvileg. Rendkívül kis méretéből adódóan viszont csak 2-3 manőver végrehajtására elegendő üzemanyaga volt, ezért alkalmazása nagyon behatárolt lett volna. Szinte csak az űrállomáshoz taxizhatott volna (bár tervezték űr vadász és bombázó változatát is, ezek azonban még a rajzasztalon elhaltak...). Fő hajtóműve 1500 kg tolóerő leadására képes, a két segédhajtómű 40 kg tolóerejű. Precíz manőverezéshez 10 db kis fűvókája volt, 1 kg tolóerővel. Üzemanyaga a rendkívül veszélyes N_2O_4/DMH . Kifejezetten ronda, felhajló tompa orra körül kialakuló áramlás nagy sebességnél kevés levegőt enged a törzs fölé, ami így nem csak felhajtóerőt termel, hanem sokkal kisebb hőterhelésnek van kitéve. Szárnyait 60 fokban felhajtva

rögzítették a felszállás, ürrepülés és a légkörbe való visszatérés fázisai alatt. Ebben az elrendezésben az orr körül kialakuló lökeshullám pont elkerüli, ez visszaköszönt az amerikai LiftingBody repülőgépeken is. Viszont a MiG-105 szárnyai hangsebesség alatt automatikusan lehajtottak vízszintes helyzetbe, segítve a kormányzást és többlet felhajtóerőt termeltek amivel a gép tovább maradhatott a levegőben. A függőleges vezérsík tövébe egy hagyományos sugárhajtóművet is beépítettek, ami a végső megközelítés alatt 10 percig tartalék erőforrásként működött volna, lehetővé téve egy iskolakör utáni újabb besiklást, ha az első nem sikerült. Beömlőnyílását áramvonalas burkolat fedte, melyet a hanghatár átlépése után ledobtak. Hővédő rétege titán-berillium ötvözet, kerámia burkolatot csak a Buran-hoz terveztek. Teleszkopikusan kinyúló futóműve csúszótalpas, a gép oldalában elhelyezkedő aknából elforgatás után került leszálláshoz megfelelő helyzetbe. A pilóta egy katapultálható, teljes értékű mentőkabinban ült, ami saját fékezőrakétákkal, hőpajzzsal és ejtőernyővel volt ellátva, lehetővé téve a vészelhagyást a repülés bármely szakaszában.

Három prototípusa készült el, a tervezettnél valamivel kisebb méretben. Tyitov vezetésével megalakult a leendő űrhajósok csoportja is, de a projectet módosított formában a légierő vette át, és a saját tesztpilótáikkal folytatták. 1976. október 11-én a MiG-105-11 önerőből elvégezte szűzfelszállását és 560 méteren 19 km-t repült, meghibásodás nélkül. Ezt még hét sikeres próbarepülés követte, Tu-95 bombázóról leoldva.

Bár a programot törölték (nagyon költséges volt és szerény kapacitásának sem a civil, sem a katonai űrprogramok nem vették volna nagy hasznát), a tapasztalatait felhasználták a Buran tervezésekor.

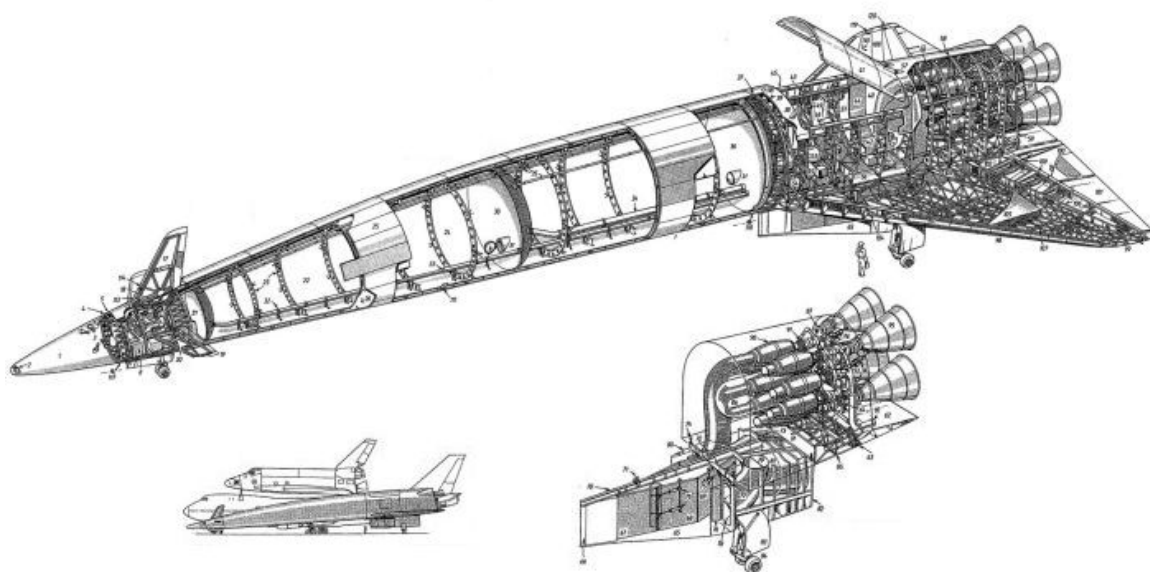
HOTOL

(<http://www.aerospaceweb.org/question/spacecraft/q0202.shtml> alapján)

A British Aerospace terve 1982-ből, egy egyfokozatú, horizontálisan fel és leszálló ürrepülőgépről. Különlegességét a hajtóműve adta volna, mely a légkör oxigénjét használó RB545 ramjet lett volna. Üzemanyaga folyékony hidrogén.

Ez a típusú hajtómű azonban csak nagy sebességen működik, ezért a felszálláshoz egy speciális rakétahajtású adapter-jármű szükségeltetett. Ez gyorsította volna fel a repülőt a ramjet bekapcsolásához szükséges sebességre, majd a ramjetről 6 Mach-nál átváltottak volna tiszta rakétára, kriogén H₂/O₂ üzemanyaggal. Azért kényszerültek ezt a bonyolult megoldást tervbe venni, mert a repülőgép súlyproblémákkal küszködött. A hajtóművek

súlya miatt a tömegközéppont és az aerodinamikai nyomásközéppont nagyon messze került egymástól. Ezen a szárnyak hátra helyezése segített valamelyest és a gép orrának alakját is többször áttervezték. A problémát egyik módosítás sem tudta teljesen megoldani, ráadásul mindegyik a hasznos teher rovására ment, mert az üzemanyag mennyiségét nem lehetett csökkenteni. A hagyományos futóművek elhagyása azonban csak papíron működőképes dolog. Végül már teljesen új, még nem gyártott anyagok alkalmazásával is számoltak, de ezzel csupán az utolsó szeget verték az amúgy is nyögvenyelős projekt koporsójába. A tapasztalatokat a Skylon projektben használták fel, ami szintén nem jutott túl a rajzasztalon.



16. ábra: A HOTOL utolsó változatának röntgenrajza. Megfigyelhető a nyitott ajtó alatt a géphez képest kicsi tehertér. A méretarányos összehasonlítás a Buran űrrepülőgéppel készült. (forrás: <http://www.aerospaceweb.org/question/spacecraft/q0202.shtml>)

HORUS

(<http://www.astronautix.com/craft/horus.htm> alapján)

Teljes értékű űrrepülőgép, mely eredetileg a Sänger szuperszonikus hordozóról startolna. Az MBB tervezete, 1985-1993 között élt a program. A Sänger-ről 6,6 Mach-nál vált volna le, és saját rakéta hajtóművével érte volna el az orbitális pályát. Gyakorlatilag az egyetlen olyan terület, ami még jelentős kutatást igényelne, a Sänger hajtóműve, hogy önerejéből legyen képes felszállni, és ramjet-ként is működhessen. Maga a Sänger minimális módosításokkal használható lehetne utasszállító repülőgépnek is, amivel az eredeti tervben is számoltak. Szintén szerepelt az eredeti tervekben egy közepesen nehéz rakéta, amit a HORUS helyett használva nagy tömegű terhet állíthattak volna közepes, vagy egy 36 (!)

személyes „buszt” alacsony Föld-körüli pályára. A projectet magas költségei miatt és politikai érdeklődés hiányában törölték, nem technológiai okból!

A HORUS önmagában is sikeres gép lehetne, akár hagyományos, rakéta első fokozattal is. Aerodinamikai kialakítása nagyon korszerű, jóval kedvezőbb mint a SpaceShuttle-é és szárnykialakítása is jobb fékező hatást fejt ki a légkörbe történő belépéskor, kisebb strukturális terhelés mellett. A belső tér is jobban kihasználható a vastagabb szárny-törzs átmenet miatt. Biztonsági okokból a Sänger vezérsíkjait célszerűbb lefelé állónak kialakítani, de ez már csak részletkérdés.



17. ábra: A Sänger-HORUS géppár.

Többfokozatú közepes űrrepülőgép

A HORUS kiváló űrhajóját függőlegesen startoló, hagyományos rakéta első fokozattal szerelnék fel. A nagy veszélyforrást jelentő anyagleválások kivédhetők, ha egyszerűen az űrhajó a szerelvény orrán foglal helyet. Az első fokozat akár a jelenleg is használt, jól bevált SRB szilárd üzemanyagú rakéta lehetne, 3 vagy 4 darabot alkalmazva. Természetesen az Ares típuscsalád bizonyos elemei is tökéletesek lennének e célra, de az SRB teljesítménye is megfelelő. A második fokozat az SRB rakéták közt kapna helyet, és a HORUS tatjához kapcsolódna. Hajtóműve, üzemanyaga is megegyezhetne az SRB-ével, pusztán az aerodinamikai kialakítása lenne eltérő. Ejtőernyővel ereszkedne vissza, akárcsak az első fokozat. A harmadik fokozatot maga a HORUS hajtóműve adja, amit a leváló második fokozat miatt már nem kell hosszú ideig működtetni. A HORUS ezen magasság és sebesség mellett már képes önerőből tovább gyorsulni és Föld körüli pályára állni úgy, hogy még bőven marad üzemanyaga. Ez a rendszer teljes értékű utóda lehetne a Space Shuttle rendszernek. A némileg kisebb hasznos terhet kárpótolná a biztonságosabb felszállás és a valóban teljes újrahasznosíthatóság.

Többfokozatú nehéz űrrepülőgép

Méreteiben a Horusnál legalább 25-30%-al nagyobbak kell lennie. Mind kialakításában, mind az alkalmazott technológiákban megegyező, pusztán nagyobb teherbírású típus. Az alkalmazott rakéták, az üzemeltetés módja is megegyezik. Kérdéses a szüksége, mert ha a Sänger-HORUS vagy a VTO-HORUS megvalósulna, akkor a startok számát növelni egyszerűbb, mint egy ugyanolyan, csak nagyobb gép megalkotása.

Magam a szuperszonikus anyagép – közepes űrrepülőgép koncepcióját tartom belátható időn belül a lehető leghatékonyabbnak és legbiztonságosabbnak egyaránt. E mérettartományban a hidegháború alatt több nagy teljesítményű repülőgéptípus született (XB-70A1, T-4), amik továbbfejlesztése egyszerűbb lenne, mint egy teljesen új típus tervezése. A nehéz űrrepülőgépet is elbíró hordozógép ugyan megalkotható lenne, de fejlesztése valószínűleg sokkal jobban elhúzódna, mint egy közepes teherbírású gépé. Az elv nem új és anno az SR-71/D-21 géppár sikeresen alkalmazta légkörön belül, és az említett Sänger terv szinte a kész megoldást adja kezünkbe. Műszakilag egyszerű és logikus, nagyméretű teher házon hordozásával az óceán mindkét oldalán rengeteg tapasztalat gyűlt már össze. Földrajzilag sincs helyhez kötve, mint a fix rakétaindító állványok, az időjárás sem korlátozza annyira és üzemben tartása is olcsóbb lenne, mert a földi műszaki háttér nagyságrenddel kisebb és egyszerűbb.

Követelmények:

- Az űrrepülőgép szerkezeti átalakítás nélkül illeszthető legyen mind a szuperszonikus anyagépre, mind a hordozórakétára.
- A hasznos teher tömegének legalább a SpaceShuttle által hordozható $\frac{3}{4}$ -ének kell lennie. Alap konfigurációban a maximális teher mellett 6 űrhajóst kell szállítania, a teherterbe helyezhető külön fülkével tovább 6 fővel legyen növelhető a legénység létszáma.
- Az alap pilótafülke képes legyen a legénység mentésére a légkörön belül, a repülés bármely fázisában.
- A gépnek legalább két darab főhajtóművel kell rendelkeznie, amik folyékony H_2/O_2 üzemanyagot használnak. A fedélzeti energia és létfenntartó rendszernek 20 napig biztosítania kell a 6 fős legénység teljes ellátását.
- A gépnek képesnek kell lennie önerőből elérnie a Shuttle csúcsmagasságánál 15%-al magasabb pályát, a maximális teher 60%-ával.

- Az űrrepülőgép élettartamának 100 felszállásnak kell lennie.
- Ahhoz, hogy a flotta gazdaságosan üzemelhessen és a gép képességei kellő mértékben kihasználhatóak legyenek, legalább 8 hordozó és 10-12 űrrepülő szolgálatba állítását látom szükségesnek. Ideális körülmények között így havi egy űrrepülés biztosítható lenne, de akár két hónap alatt 3 is.

Űrállomások

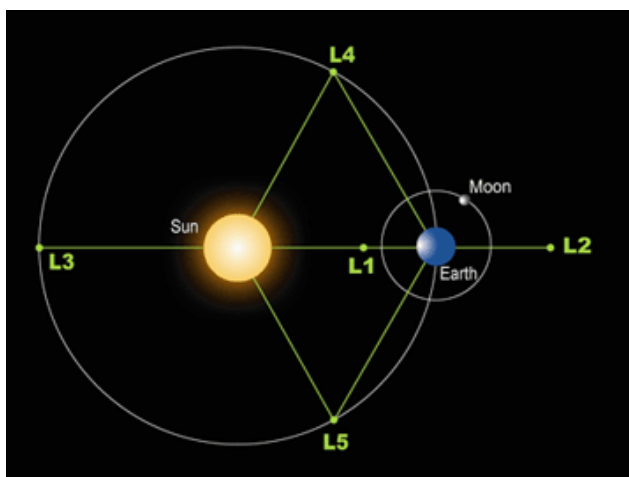
Már a legkorábbi kísérletek során bizonyosságot nyert, hogy az űrállomások elve megvalósítható és szükséges is. Hosszú időtartamú kutatásokhoz, megfigyelésekhez, űrbeli szerelők munkák helyszínékként nélkülözhetetlen platformot nyújtanak. A nagyméretű és bonyolultságú űrhajók összeszerelése szintén csak űrállomáson történhet. Továbbá ellátó, ellenőrző és mentő tartalékként szolgálnak a bolygóközi expedíciók során is.

Az ISS jövője kétséges, tovább már nem bővíthető jelentős mértékben, és egyébként is erősen redukált formájában valósult meg az eredeti tervekhez képest. Az utódok tervezését még most meg kell kezdeni, hogy a váltás zökkenőmentesen történhessen. Bár tervek szép számmal születtek régebben, ezek egyike sem jutott tovább a rajzasztalra.

A Hold kolonizálásához szükséges egy lunáris állomás is, melyre még az Apollo-program idejében születtek is tervek. A Mars-utazást is nagymértékben megkönnyíthetné egy, a bolygó körül alacsony pályán keringő, automata, de a küldetések alatt lakható állomás. Ami ma még csak fantasztikus irodalom, egyszer megvalósítandó szükséglet lehet. Energia, üzemanyag és élelmiszer előállító űrállomások használatával a bolygóközi repülés gyakoribbá és könnyebbé tehető. Nagy befogadóképességű lakómodulokban akár több száz ember élete is elképzelhető. Például egy Naprendszeren kívüli útra tervezett űrhajót nem 6-10 fő szerel össze (a munkálatok bonyolultsága és szakmai specificitása összemérhető a nagy Földi építkezésekkel), akik ráadásul egyszerre nem dolgozhatnak teljes létszámban. Ekkora munkához, reális határidőt tartva legalább 40-50 fős űrállomás kell. A kész űrhajónak üzemanyagra is szüksége van, mégpedig akkora mennyiségben, amit a Földről felszállítani lehetetlen. Vagyis elvileg lehetséges, de gyakorlatilag értelmetlen olyan küldetéssel számolni, amihez 20-30 vagy még több tankoló felszállás szükségeltetik. Biztonsági okból a „hajógyár” külön állomásnak kell lennie, egy esetleges baleset nagyobb valószínűsége miatt. (hatalmas, nehéz elemek mozgatása, működő reaktor, üzemanyag, stb... mind veszélyforrás.) Az az egyszerű tény, hogy több állomáshoz több űrhajós szükségeltetik, nagyot lendítene az egyes különálló projekteken, amik jelenleg

egymással versenyeznek, hogy felkerüljenek az egyetlen űrállomás egyébként is túlszűfolt napirendjébe.

Egy 1990-es NASA terv szintén olyan logikus és haladó szellemű, hogy érdemes lenne megvalósítani: a műszerplatform űrállomás. Az elve egyszerű, a különféle vizsgálatokra szolgáló műszereket külön-külön műholdak helyett egy platformra telepítik. Állandó jelleggel nem lenne lakott, csak a szerelési munkálatok idejére. Igaz, hogy az egyéni műholdak használata egyszerűbbnek tűnik, viszont a számos műszert célszerűbb egy közös platformra telepíteni, hogy karbantartásuk, cseréjük könnyen megoldható legyen. A műszereket az űrrepülőgéppel fellőni hosszabb távon olcsóbb, mint az egyszer használatos rakéták és műholdak. A kiszolgált műhold pedig csak újabb gondok forrása, a kisméretű műszereket viszont vissza lehet hozni. Az új generációs űrrepülőgép rugalmasan kiszolgálhatná a platformot, akár csak az eredeti tervben, feltöltheti a pályakorrekciók alatt elfogyasztott üzemanyagot, további bővítményekkel láthatja el. A platform elvét nem csak a Föld körüli pályán lehetne hasznát venni. Ha már létezik egy megfelelő hatótávolságú és teherbírású űrhajó, akkor a különféle műszerek karbantarthatók a Földtől távolabb is. A Lagrange-pontok kitüntetett szerepe már régről ismert, hasznosításuk már ma is terítéken van, és ez a jövőben sem fog változni.



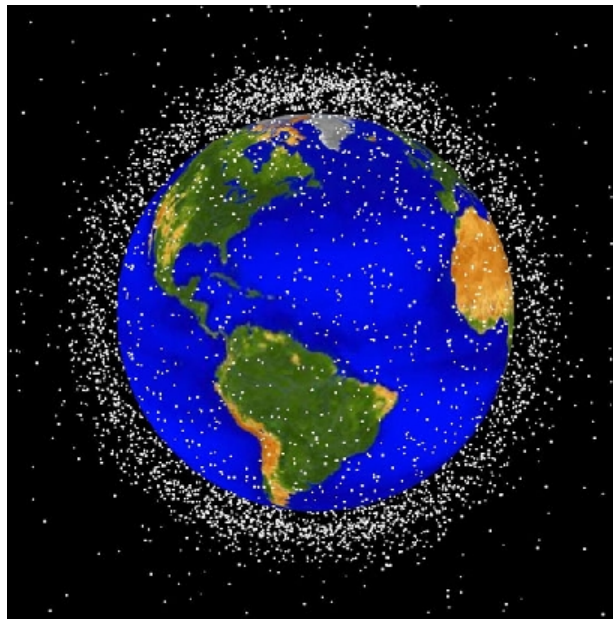
18. ábra: A Nap-Föld rendszer Lagrange pontjainak elhelyezkedése (nem méretarányos).

Orbital Laser Cannon

(saját javaslat)

Kijelenthető, hogy a Föld körül keringő szemét jelenti a legnagyobb veszélyt az űrhajókra, s a bennük utazó emberekre. A legapróbb lepattogzott festékdarabtól kezdve az elhagyott szerszámon át egész rakéta fokozatokig, megannyi oda nem való tárgy kering

Föld körüli pályán. A magasan fekvő geoszinkron pályát már régóta műholdtemetőnek használják, mára annyira megtelt, hogy veszélyezteti a működő holdakat. Ezen objektumok nyomon követése, mozgásuk előrejelzése egyre nagyobb feladatot ró az űrhivatalokra, és az újabb repülések tervezését is nagyon nagy mértékben megnehezítik. Nem kis munka megtalálni azt az „ablakot” vagy következetesebben szólva „lyukat” amikor a nélkül lőhető fel rakéta, hogy azt ne találja el valami szemét. A nagy keringési sebesség miatt még egy apró tárgynak is hatalmas a mozgási energiája, ezért könnyen átütheti az űrhajók falát vagy a szkafandereket (az ütközés ereje egyébként is halálos lenne az űrsétán lévő személynek).



19. ábra: Az űrszemét térbeli eloszlása alacsony pályákon. A kép csak a méteresnél nagyobb darabokat ábrázolja, és a geoszinkron pálya is ugyanilyen mértékben telített.

A nagy energiájú lézerfegyver e békés célra való felhasználása ha nem is lenne tökéletes orvossága a bajnak, de kezelésbe vehető. A kémiai lézer katonai programja már előrehaladott stádiumban van, és ígéretes eredményekkel kecsegtet. Nagyobb energiájú változata is megvalósítható elvileg, de a jelenleg tesztelés alatt álló fegyver is képes lehet bizonyos mértékben kielégíteni az igényeket.

A kisebb objektumra leadott lövés valószínűleg képes elpárologtatni annyi anyagot belőle, hogy több lövéssel akár az egész tárgy is megsemmisíthető. A „takarítást” egyébként is a kisméretű objektumokkal kellene kezdeni, hogy a követő-előrejelző rendszert tehermentesítse. Jogi kérdések ugyan felmerülnek fegyverrendszer űrbe telepítése kapcsán, ám közös civil felügyelettel és üzemeltetéssel ezek elhárulnak, az egyoldalú harci alkalmazás kizárható. További biztosíték gyanánt ne lehessen

távvezérléssel működtetni a fegyvert, a lövéshez személyzetnek kelljen a fedélzeten tartózkodni.

Hajtómű kérdések

A bolygóközi repülések emberi léptékű időtartamú kivitelezéséhez elengedhetetlenül szükséges egy új típusú meghajtás kifejlesztése. A jelenleg használt kémiai üzemanyagú rakéták, bár nagy tolóerőt adnak, de az üzemanyaguk tömege is hatalmas. A nagyobb űrhajók hosszabb ideig való gyorsításához annyi üzemanyagra lenne szükség, ami öngerjesztő ördögkörbe tolja az elméletet.

A napvitorla elve, bár kísérletileg is igazolták már működőképességét, szintén súlyos hiányosságokkal küzd. A gyorsítás csak a csillagtól radiálisan kifelé lehetséges, a határfoka a távolsággal erősen csökken és a fékezés sem megoldható.

Az ionhajtómű kisebb űrszondákban már bevált, mert nagyon hosszú ideig működik folyamatosan, viszont nagyon kis tolóerőt produkál. A folyamatos működés mellékhatása élettanilag nagyon jelentős és hasznos: a gyorsulás alatt nincs súlytalanság. Természetesen ennek a gyorsulásnak az értéke a földi g-nek csak elenyésző töredéke, de az emberi érzékelés és biokémiai folyamatok szempontjából jelentős lehet. Üzemanyag fogyasztás szempontjából is kedvező. Egy szondánál nem számít, hogy 5 vagy 10 év alatt éri el célpontját, viszont embereket 2-3 évesnél hosszabb repülésre küldeni nem tanácsos, ezért nagy erejű, hagyományos első fokozat ajánlott, és lehetőleg hintamanőver is.

A csillagközi tér anyagát felhasználó óriási mágneses ramjet szintén csak papíron működik, mert energiaigényét fedezni szintén csak forradalmi fizikai és mérnöki felfedezések után lenne lehetséges. Amíg a Földön sincs működő fúziós reaktor, addig fölösleges olyan űrhajót tervezni, amit csak azzal lehetne kiszolgálni.

Mindezekből egyenesen következik, hogy a jelenlegi technológiai szintünkön a nukleáris hajtómű az egyetlen járható út. Ráadásul erre már korábban is rájöttek, előrehaladott kutatásokat végeztek mind a termikus, mind az elektromos nukleáris meghajórendszerrel. A nukleáris technológia azóta szépen csendesesen, de nagyon eredményesen fejlődött. Gondoljunk csak az amerikai NR-1 törpe tengeralattjáró reaktorára, ami a hajó teljes eddigi élettartama alatt (több, mint 25 év!) mindössze egyetlen alkalommal hibásodott meg, akkor sem komolyan. A Toshiba is kifejlesztett mindössze szekrény méretű, megbízható fission reaktort. Egy ekkora reaktor leárnnyékolása már nem jelentene irreálisan nagy holt tömeget.

A reaktor által termelt hő jobban kihasználható, ha elektromos energia termelésére fogjuk, amivel ionhajtóművet lehet működtetni. Ebben a konfigurációban sokkal kevesebb üzemanyag szükségeltetik ugyanolyan névleges teljesítmény leadásához. (összehasonlítva a termodinamikusan hajtómű 110 tonnás tolóerejével az ionhajtómű 10 kg-os tolóerejét, elenyészőnek tűnik, viszont ezt a tolóerőt akár éveken át is folyamatosan biztosítja). Személy szerint is az elektromos-nukleáris meghajtásban látom a jövőt, addig, amíg fel nem fedeznek valami sci-fi-be illő más, jobb módszert.

Antianyag-meghajtás

Az elgondolás viszonylag egyszerű: minden részecskének megvan az antirészecske párja, amivel ha egyesül, energiafelszabadulás mellett megsemmisítik egymást. Energiasűrűsége, jóval nagyobb, mint a fission vagy akár a fusion folyamatoknál. Összehasonlításként, az anyag-antianyag annihiláció tízmilliárdszor annyi energiát termel, mint a hidrogén égetése oxigénnel. Elméleti kutatások már feltárták annyira az antianyag természetét, hogy megkezdődhetnek a tényleges fizikai kísérletek is előállítására. A kisördög azonban itt sem alszik: Hogyan lehet biztonságosan tárolni az antianyagot? Nyilván tartály nem jöhet szóba. Ha töltött részecskék alkotják, akkor elektromágneses mezőben csapdázható elvileg, de ennek a mezőnek a fenntartásához annyi energia kell, amit csak egy atomreaktor tud biztosítani. Valamint az erős elektromágneses tér zavarhatja, vagy egyenesen tönkre is teheti az űrhajó műszereit, számítógépeit. Egy olyan hajtóműnek, ami közvetlenül 1-1 proton-antiproton ütközésen alapul, becslések szerint 1 kg antiprotonra lenne szüksége egy bolygóközi küldetéshez, ha megfelelően rövid időtartam alatt akarjuk lebonyolítani ahhoz, hogy embereket vihessen magával az űrhajó. A gyártási folyamat nehézsége miatt ezt a mennyiséget valószínűleg csökkenteni kell.

Kínálkozik egy másfajta megoldás, az ACMF (Antiproton Catalyzed Micro Fission), amihez töredéknyi mennyiségű antianyag szükséges csupán. A felszabaduló energia teljes egészében a meghajtásra fordítható, szemben a termikus nukleáris hajtóművel, ahol csak a maghasadás által termelt hőenergia adódik át az üzemanyagnak, igen rossz hatásfokkal. Becslések alapján ezzel az elrendezéssel 140 nanogramm antiproton és néhány kg atomos anyag elegendő lenne egy Mars-utazáshoz, mindössze 30-40 nap alatt.

Létfenntartó rendszerek, szkafanderek

Föld körüli pályán végrehajtandó rövid időtartamú repüléseknél egyszerű tartályokból könnyen és olcsón megoldható a levegő és víz utánpótlás, amire a néhány fős (tíznél kevesebb) legénységnek szüksége van. A csak orbitális pályára taxizó űrhajókat, űrrepülőgépeket felesleges is lenne komplex újrahasznosító rendszerekkel ellátni. A levegő újrahasznosítását kémiai reakciókkal nagyon hatékonyan meg lehet oldani, ezt már régóta használják az űrállomásokon. A nagy gond a víz. Tartályban felvinni hatalmas luxus, ami 10-12 napnál hosszabb időre már igen jelentős tömeg. Egy ember napi vízszükséglete 2,5-3 liter. A vizelet szűrése már kellően nagy hatékonysággal megoldott eljárás, az űrállomáson alkalmazzák is. Viszont ez a rendszer sem 100%-os, és az emberi kipárolgásból adódó veszteséget nem tudja közvetlenül visszaforgatni.

Egy száz vagy több száz napos küldetés során olyan komplex recirkuláltató rendszerre van szükség, ami egyes részegységei meghibásodása vagy végleges tönkremenetele esetén sem áll le teljesen. Fontos, hogy a kellő tartalék kapacitás úgy legyen a rendszerben, hogy az szükség esetén ne jelentsen többlet terhelést az energia rendszernek.

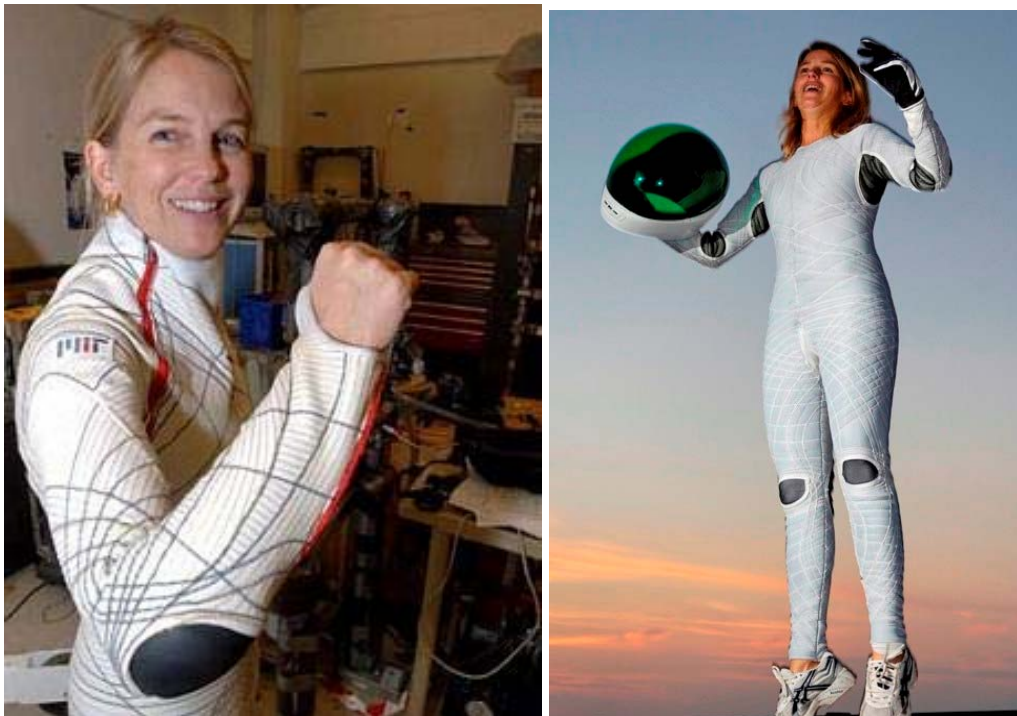
Fokozottan érvényesek e követelmények egy bolygófelszíni támaszpontra vonatkoztatva. A Marson bizonyítottan vannak vízkészletek, még ha kevesebb is, mint korábban gondolták. De kitermelhető egy bizonyos mennyiség. A Holdon viszont egyre inkább úgy tűnik, hogy vízjég nem, vagy csak nagyon kis mennyiségben (nyomokban) található. Az a kevéske vízjég, amit esetleg az örökké árnyékos kráterek tartogathatnak, nem elegendőek egy Hold-bázis éveken át tartó ellátására. A probléma megoldását a bioszféra rendszerekben látom, amik megfelelően nagy méretben kialakítva képesek a természeti körforgást fenntartani. A földi kísérletek ebben a témakörben folyamatosak, és igen biztató eredmények születtek. Friss élelmiszer termesztése is lehetséges bennük.

Az űrhajóban ülni viszonylag egyszerű és kényelmes dolog, még akkor is, amikor a start és a visszatérés alatt magassági ruhát kell viselni. Ezek bár védelmet nyújtanak egy légkörön belüli vészhelyzet esetén, de nem alkalmasak űrsétára sem felszíni tevékenységre, sőt azonnal levetik, amint elérték az orbitális pályát.

A következő generációs expedíciókhoz mindenképpen szükséges egy teljesen új tervezésű, a jelenlegieket minden paraméterben felülmúló szkafander. Fontos, hogy egyaránt használható legyen űrséta és bolygófelszíni tevékenység alatt is, vagyis csak

egyféle ruhára legyen szükség. A jelenleg használatban lévő szkafanderek az ember és a ruha közti levegővel biztosítják a megfelelő nyomást. A „felfújt” állapotú, egyébként is nagyon vastag, rugalmatlan anyagból készült ruhában mozogni igen nehézkes. A könyék és a térd sem hajlítható be teljesen, a csukló elforgatása is korlátozott, a törzs elcsavarása pedig lehetetlen.

Dr. Dava Newman egy olyan új generációs űrruha modellt kísérletezett ki, amely mind a tervezési technológia, mozgásszabadság, mind a tömeg és méret terén forradalmi előrelépést hozhat. A BioSuit névre keresztelt öltözet jelenleg a technológiai demonstrátor fázisban tart, és az eredmények magukért beszélnek. A ruha a legvastagabb, megerősített felületeken is csak 5-ször vastagabb az emberi bőrnél. A titka abban a felfedezésben rejtezik, ami az állandó hosszúságú vonalak néven ismert. Az ember bőrfelületén vannak bizonyos ívek, vonalak, amik hossza állandó, végezzen az ember akármilyen mozdulatot is. Ezek biztosítják, hogy bőrünk kellően rugalmas legyen a húzó erővel szemben a megfelelő irányokban. Ugyanezen vonalstruktúra lemásolásával hasonlóan könnyű és rugalmas ruha készíthető, mint bőrünk mechanikai paraméterei.



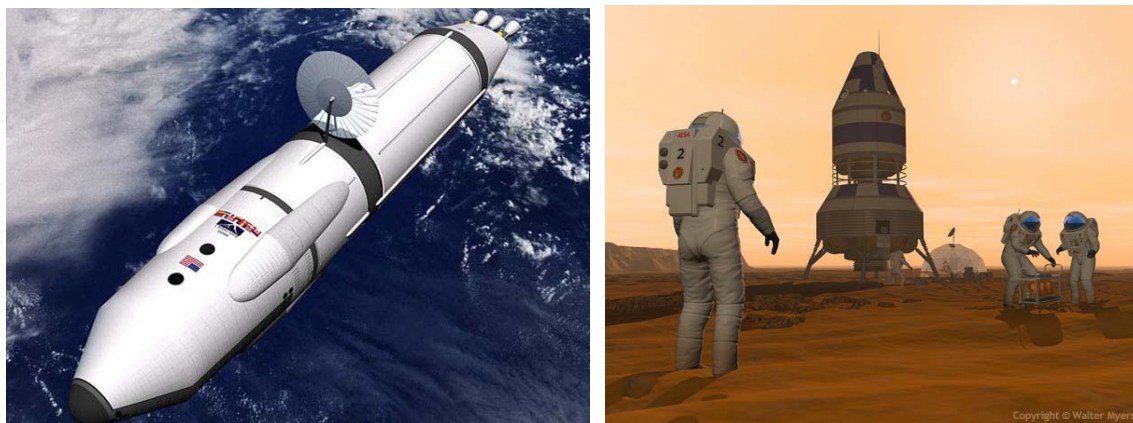
20. ábra: Dr. Dava Newman a Biosuit első demonstrátor példányában, és a javított változatban. Jól megfigyelhetők az állandó hosszúságú vonalak, ami a ruha technológiai alapját képezik.

Variációk egy témára – a Mars expedíció módozatai

A Függelékben bemutatott tervek közül világos, hogy csak akkor van értelme az emberes küldetésnek, ha a bolygó felszínén megfelelően hosszú időt, legalább 40-50 napot tölthetnek. Az első két küldetést biztonsági okból nem javasolt ennél hosszabbra tervezni. Az Apollo-programból okulva feltétlenül szükségesnek tartom, hogy már az első expedíció alatt kezdődjön meg az állandó Mars-bázis felépítése. Ezt a második vagy harmadik küldetés alatt olyan szintre lehet kiépíteni, ami állandó emberi jelenlétet tud biztosítani.

Az első expedíció hátrahagyja a lakómodult és a hangárt. A második felépíti az üvegházat és bővíti a lakórészt egy újabb modullal, valamint egy nagyobb kutató/munka részleggel. A harmadik küldetéssel válna teljesen önellátóvá a bázis, 4-6 ember egy évnyi felszínen tartózkodását biztosítva.

A leszálló egységek kialakítására a számos terv közül kettő olyan akad, amelyik közül érdemes a győztest kiválasztani. Mindhárom változat henger alakú, hossz tengelye mentén modulokra osztott, leváló hővédő pajzzsal és integrált visszatérő járművel.



21. ábra: A NASA által favorizált kompakt űrhajó és a leszálló egység. A lakómodul a visszatérő egység integrált része, így abban utaznak haza is.

Fix leszálló egység (bázis) koncepció

1A verzió:

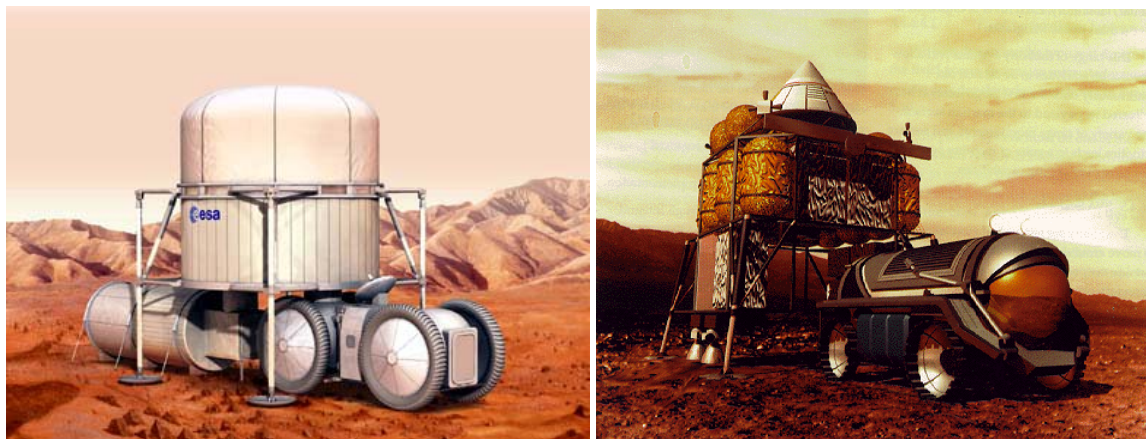
A függőleges elrendezésű, széles henger két szintes, felül a lakótér, míg az alsó szinten a dolgozó tér kerül kialakításra. Utóbbiban helyezkedik el a közepes méretű, zárt rover. A henger felső részéhez egy csonka kúp alakú starter-adapter rész csatlakozik, ami megerősített kialakítású, hogy elviselje a felszállás okozta erőhatást. A lövedék alakú visszatérő jármű a csonka kúphoz csatlakozik, az emberek egy kis ajtón át alulról szállnak

bele. A hővédő pajzs az egész leszálló egységet beborítja kívülről, akár egy köpeny. A pajzs lerobbantható a leszállás alatt. Ez a kialakítás aerodinamikailag kedvező a leszállás felső fázisában, amikor orral előre repül az egész szerkezet. A második fázis kezdetekor a farnehéz jármű átfordul és kinyílnak a stabilizáló ernyők. A leszállás álló helyzetben, fékezőrakéták segítségével történik a henger alján lévő, ütközési energiát elnyelő lábakra. A rover kigördülése után az ajtót belülről végleg, légmentesen lezárják munkateret csak ezután helyezik nyomás alá. A kijárási egy másik, kisebb ajtón keresztül történik.

Szerkezetiileg kompakt, erős, egyszerű kialakítású. Az űrhajóra is helytakarékosan, logikusan illeszthető.

1B verzió:

Szintén függőleges elrendezésű henger, viszont már három szintes, és a legalsó rész a felszínen nyitott. A közepes rover a legalsó részben foglal helyet, és a felső ajtón át csatlakozik a munkamodulhoz. A támaszpontnak normál esetben a roveren keresztül van kijárási a bolygóra. Egy teleszkopikus létra a tartalék, ha a rover nem tudna visszatérni az épület alá valami miatt. A leszállás egyszerűbben, farral előre történik, így kisebb hővédő pajzs kell, és az átfordulás manővere is kikerülhető. A talajt érés ugyanúgy stabilizáló ernyőkkel és fékező rakétákkal történik. A visszatérő egység is a henger tetején kap helyet.



22. ábra: Ugyanazon elv európai és amerikai köntösben.

1C verzió:

Vízszintes henger elrendezésű, ami orral előre lép be a légkörbe és majdnem repülőgép módjára száll le. Nincs szükség sem átfordulásra, sem stabilizáló ernyőkre. A fékezés rakétákkal történik. A visszatérő egység a szerelvény elején van, és a starthoz függőleges helyzetbe állítható pneumatikus szerkezettel. A tat felé továbbhaladva a lakórész,

munkarész, majd a rovert befogadó hangár található. A munka és lakórész oldalán kialakítható zsilipkapu, hogy a támaszpont később könnyen bővíthető legyen.

Előnye ennek az elrendezésnek a többivel szemben az egyszerűbb bővíthetőség és a nagyobb teherbírás. A felszínen később munkagépek segítségével talajtakaró is hordható rá, ami a környezeti hatásoktól is védi bizonyos mértékben.

Megoldható, hogy az emberek ne a bázis moduljaival együtt szálljanak le, hanem egy külön járművel. Ennek a Mars-taxinak (továbbiakban MT) a feladata csak a le és felszállás lenne, ezért szerkezetileg egyszerű és viszonylag kis méretű, kompakt kialakítású. A Kliper szárny nélküli változata teljes mértékben megfelelő lenne a célra, hajtóműveinek elhelyezkedése révén a felszállóhely adapteréhez is nagyon egyszerűen csatlakoztatható. Az MT leszállása ejtőernyős és rakétás fékezéssel történne, és egy utánfutós műszaki rover vontatná vissz a az előre felépített felszállóhelyre. A leszállást sem kell annyira precízen végrehajtani, elegendő egy néhány km²-nyi sík terület. A megoldás előnye, hogy a visszatéréskor is minden elem (vagyis az egyetlen kis hajó) teljesen újrahasznosítható, és a bázis moduljai közül sem kell egyiknek sem elviselnie a start okozta megterhelést.

Egy másik forgatókönyv szerint a leszállóegységek szabványosak, csak belső kialakításukban különböznek. A leszállt hajókat kirakodják, egymás mellé vontatják és ezekből építik ki a támaszpontot, ami már az első küldetés alkalmával önfenntartóvá tehető.

Mobil leszálló egység koncepció

2A verzió: 3 kocsi

Az összes szükséges modul és berendezés egy nagyméretű roverben, vagy szerelvényben található. Biztonsági okból 2 külön leszálló konténerben érnének földet, vízszintes henger elrendezéssel. Az orbitális pályán keringő űrhajón lenne egy külön egység is, benne a tartalék visszatérő hajóval, ha a leszállás során megsérülne az elsődleges. A hermetikusan záródó hengerek egy állandó támaszpont alapjait képeznék. Az elv nem új, anno az orosz TMK-E jelű küldetésben is egy „vonatot” használtak volna. A „vonat” jelen esetben három járműből állna: Az első rover önállóan működne, az emberek ebben tartózkodnának. A teljesen azonos tartalék rover automata üzemmódban követné az elsőt, és egy utánfutón maga után húzná a visszatérő egységet. Biztonsági okból a két rover mindenképpen indokolt és a szétválasztásuk is. Például ha a vontató elakad és megsüllyed a visszatérő egységet húzó kocsi, akkor könnyen magával fordíthatja azt is, és ekkor a felszállás

kérdőjelessé válna. A földön is sok olyan terep található, amin szinte semmiféle járművel nem lehet közlekedni, és jó okunk van feltételezni, hogy a Mars is tartogat „vendégmarasztaló” terepszakaszokat. A két kocsis elrendezésben ha az egyik rover tönkremegy vagy végleg elakad, akkor a másikra átköthető a visszatérő egység utánfutója és az expedíció az eredeti terv szerint folytatható.

2B verzió: 1 kocsi

A leszállási eljárás változatlan, viszont a két nagy rovert egyetlen, csuklós jármű váltja fel. A hátsó szekció tetején helyezkedik el a visszatérő egység, amit a felszálláshoz függőleges helyzetbe állítanak (ugyanazon az elven, mint ahogy a harcászati ballisztikus rakéták indítójárművei teszik), így a külön utánfutóra sincs szükség. A tervezett útvonal és küldetésprofil is megegyeznek az előző változatéval. Ha a jármű mozgásképtelenné válna, akkor a legénység vagy megszakítja a küldetését és visszatér az anyaűrhajóra, vagy a jármű környezetében folytatják a vizsgálatokat a küldetésből vissza levő időben. Az egyetlen járműre alapozott küldetésnek éppen ez a legnagyobb hátulütője. (ha vissza is térnek az űrhajóra, a bolygó pozíciója a pályáján nem megfelelő a visszatéréshez a Földre...)

A mobil típusú expedíció előnye, hogy egy küldetés alatt nagyságrenddel nagyobb terület járható be, vizsgálható, mint a fix bázishoz kötött küldetés alatt. Nincs szükség hosszas építkezésre, az űrhajósok minden munkaidejüket a kutatásra, kísérletekre fordíthatják.

Hátránya, hogy a küldetés végeztével nincs kiépítve állandó támaszpont, ezért bár rengeteg mérést képesek végezni, a következő küldetés feladata megegyezik a fix változat első teendőivel. Végrehajtása igazolható lenne azzal, hogy a hatalmas területre kiterjedő vizsgálat alatt kiválasztható a későbbi, állandó támaszpont helye. Ez a felmérés viszont keringő szondákkal és robot roverekkel elvégezhető, olcsón és biztonságosan. Mire emberek léphetnek a vörös bolygó felszínére, szondákkal folyamatosan tanulmányozni fogják, és azok megadják azokat az információkat, amiket az emberes felméréssel kaphatnánk.

A Rover követelményei

A bolygón töltendő idő miatt bőven van lehetőség a leszállás helyétől több tíz vagy akár több száz km messze is eltávolodni. Az ember munkavégző képességét kár lenne csak a támaszpont közvetlen körzetére tartogatni.

A változatos és előre nem ismert tulajdonságú terep miatt a lánctalpas futómű alkalmazása először jobbnak tűnhet a kerekeknél alacsonyabb talajnyomása és egyszerűbb erőátviteli rendszere miatt, viszont a kormányzás és a kisebb energiaigény miatt utóbbi javasolt.

A kerekes futómű előnyei:

Kisebb energiaigény a mozgathoz. Alacsonyabb tömeg. Jobb kormányozhatóság. Ha az egyik kerék megsérül vagy beragad, a jármű még mindig mozgásképes.

Az öszkerékhatás alapkövetelmény. Az optimális kerékszám 6, mert elég jól elosztja a jármű súlyát a talajon, és a terepjáró képessége ugyanolyan jó, mint 8 vagy több kerékkel. Viszont minden egyes kerék felfüggesztése, meghajtó és fékrendszerének tömege miatt nem éri meg hatnál több kereket használni. Célszerű, ha minden kerék kormányozható.

Kétféle rover megfelelő rugalmasságot biztosítana az állandó támaszpont számára. Az első 2-3 misszió alatt viszont még egy típus is tökéletesen elegendő. Az első típusú küldetéseknél elegendő a közepes méretű, 6 kerekű rover. A rovernek nyomás alá helyezhetőnek kell lennie, és legalább 4 embert kell ellátnia 15 napig. A második típusú küldetéshez nagyméretű jármű szükséges, aminek legalább 8, de inkább 10 kerekűnek kell lennie, hogy a talajnyomása ne legyen nagyobb, mint a közepes rovernek. Multifunkciós robotkarokkal is el kell látni mindkét típust, amikkel a jármű belsejéből is végezhető vizsgálatok. Természetesen zsilipkamrára is szükség van, amin át az emberek kiléphetnek a Marsra. Helytakarékoságból az oldalfalakra felhajtható fekhelyek alsó oldalán kialakítható a munkaállomás asztala, LCD képernyői. A rover tetejét javasolt napelemekkel burkolni, hogy az energiaellátás az elsődleges áramforrás meghibásodása esetén se szűnjön meg teljesen. A tartalék napelemek energiájának képesnek kell lennie a jármű meghajtására, valamint a létfenntartó rendszer működtetésére. A kisebb rovernek a hidrogéncellás áramtermelés elegendő teljesítményt nyújthat, de a nagyobb típusnak valószínűleg nukleáris energiaforrásra lesz szüksége. Kérdéses, hogy lehetséges-e elegendően kis méretű és biztonságos reaktort gyártani?

Az összehasonlításból levonható tanulság az, hogy először a fix támaszpontot kell először kiépíteni, ami biztosítja a folyamatos jelenlétet. Később, a harmadik vagy negyedik személyzet már végrehajthat egy nagy távolságú utat is, a nagyméretű, mozgó támaszpontnak tekinthető roverrel. A mozgóképes, de alapvetően nyugvó támaszpont modulok ötlete ezért felesleges.



23. ábra: Őnjáró, de alapvetően fix bázis terve a NASA-tól. Feleslegesen túlbonyolított.
(forrás: <http://www.astronautix.com/craft/dession3.htm>)

Az első támaszpont helyéül leginkább a sarki jégsapkák peremvidékét javaslom, a kitermelhető mennyiségű jég miatt. A sötét dűnefoltok területe az élet lehetőségével kecsegtető legcsábítóbb cél, viszont az első 1-2 út a további küldetéseket biztosítandó az állandó támaszpont kiépítését szolgálja a földrajzilag legmegfelelőbb helyen.

A súlytalanság hatása az emberi szervezetre

A földi létformák számára a gravitációs erő megléte a természetes állapot. Az űrbe merészkedve az ember olyan hatásoknak van kitéve, amire szervezete egyszerűen nincs felkészülve. Az ember egészségének és munkavégző képességének megóvása ma is alapvető jelentőségű probléma, melyre kielégítő megoldás még nem született

A tartós súlytalanság állapota alapvető változásokat idéz elő az emberi szervezetben, mellyel szemben az ember egyéni adottságai/ellenálló képessége elenyésző. „A súlytalanság állapota megzavarja a test vérkeringését. Míg a földi körülmények mellett a vér „súlya” a test alsó felében érzékelhető, a keringés oda összpontosul, addig a világűrben a test összes részében igyekszik egyenlően eloszlani és emiatt 1,5 literrel több vér jut a fej felé. Ennek a következményei, hogy a fejnyaki vénák kitágulnak és a régióhoz tartozó szövetek megduzzadnak. A következményesen megnövekvő vérnyomás intenzívebb kiválasztásra ösztönzi a vesét, fokozódik a kalcium-kiválasztás – amit a szervezet a csontok és az izmok leépítéséből fedez –, megindul a vesekőképződés. Az érrendszer egy

hónap alatt képes alkalmazkodni a kozmikus körülményekhez. A súlytalanság állapotához alkalmazkodnia kell a keringésnek is. Az adaptációban mind a szívfrekvencia, mind a szívterfogat részt vesz. Kezdetben a verőtér fogat 20%-os csökkenése figyelhető meg, majd az érték fokozatosan emelkedik és helyreáll. A vörösvértetek száma és a folyadékvesztés miatt a keringő vértér fogat is csökken. Ez az ún. kozmikus anaemia jelensége. Testedzéssel az alsó testfélre gyakorolt szívóhatás segítségével a fenti változások repülés közben is javíthatók. A keringési rendszer előbb ismertetett adaptációs folyamatai a földet érés után egy hét alatt visszarendeződnek.” (<http://www.urvilag.hu/article.php?id=2854>)

A legjelentősebb és egyben legveszélyesebb elváltozások az izmok csökkenő működése, hosszú távon sorvadása, és a fokozott kalciumürítés miatt kialakuló csontritkulás. „A nagy súlyt hordozó csontok (sarok, sípcsont) tömörsége, akár 20%-kal is csökkenhet.” (<http://www.urvilag.hu/article.php?id=2854>) Ez a jelenség már egy hét alatt jelentkezik, és a csont mechanikai teherviselő képessége jelentősen gyengül. „A mostani mérések szerint a csonterősség csökkenése minden űrállomáson töltött hónap után 0,6-5%, ami lényegesen nagyobb, mint a csontba beépülő ásványi anyagok mennyiségének 0,4-1,8%-os csökkenése.” (<http://www.urvilag.hu/article.php?id=3077>) Az ízületek is ellazulnak, ez fájdalmat okoz, amikor ismét gravitációs térbe kerül az ember. További komoly elváltozás, hogy az űrben a test súlya alól felszabaduló gerincoszlop 3-7 cm-t is megnyúlik, a csigolyák közötti porckorongok megduzzadnak. Ez a jelenség az űrhajósok nagy részénél hátfájalmat okoz, különösen a Földre való visszatéréskor, amikor 2-5 g között is változhat a túlterhelés mértéke.

A Debreceni Egyetem kutatócsoportja egy egyszerű, de szellemes megoldást talált a súlytalanság hatásának modellezésére. A nagymértékben lecsökkenő mozgást a végtag begipszelésével szimulálják. „A kísérletek - amelyeket elsősorban patkányokon végeztek - azt az eredményt hozták, hogy a testtartást biztosító vörös izmokban jön létre jelentős sorvadás, tehát a mozgáskorlátozás a tónusos izomrostok leépülését és meggyengülését okozza.” (<http://www.urvilag.hu/article.php?id=974>) „Biokémiai vizsgálatok is igazolták, hogy az immobilizáció hatására pár napon belül, az izomfehérjékben jelentős elváltozások következnek be, a lassú izom miozinjában kimutathatóvá válik a gyors izomra jellemző izomfehérje, ami az izom transzformációjának egyértelmű jele.” (<http://www.urvilag.hu/article.php?id=974>) Világűrt 6-18 napig megjárt patkányok izmait vizsgálták. „Az eredmények igazolták, hogy a lassú izmoknál már az ötödik napon nagyon jelentős izomsúly és kontrakció erő csökkenés jött létre, amely a 18,5 napos periódusban progresszíve fokozódik, míg a gyors izomnál a változás nem volt ilyen jelentős. A rövid és

hosszú ideig tartó súlytalanságra és a modellkísérletekre is érvényes az a megfigyelés, hogy a gyors és lassú izmokra egyaránt jellemző a nagyfokú plaszticitás. A gyors izmok teljesen regenerálódtak, míg a lassú izmoknál a vizsgált periódusokban nem volt teljes a regeneráció.” (<http://www.urvilag.hu/article.php?id=974>)

Szükséges egy olyan ellenintézkedés kifejlesztése, ami megakadályozhatja, vagy jelentős mértékben csökkentheti az állandó gravitációs terhelés megszűnése következtében létrejövő izomsúlyvesztést. Jelenleg három módszer áll az érdeklődés középpontjában. Mai technikai lehetőségeink mellett mesterségesen előállított gravitációs mezőről beszélni nem érdemes.

A háromból kettő hasonló, a centrifugális erőt hívja segítségül. Forgó rendszerben a centrifugális erő hatása megegyezik a gravitációéval, ami így könnyen és olcsón pótolható. Nagyobb méretű űrhajókon/űrállomásokon belül elhelyezhető egy forgató berendezés, ami leginkább a pilóták kiképzésekor használatos centrifugára emlékeztet. Az űrhajós lábbal kifelé foglal helyet a szerkezetben, és naponta meghatározott időt tölt el benne. A méret sajnos jelentős korlátozó tényező, mert egy bizonyos sugarúnál kisebb (kb. 10 méternél rövidebb) körön nagy szögsebességgel kell forgatni a szerkezetet a kellő centrifugális erő eléréséhez. Egy bizonyos határon belül ez már elviselhetetlen, akár csak pár percig is, míg a hatásos kezeléshez órákat kellene eltölteni a forgatóban. Feltételezhetően a megelőző/állapotfenntartó kezeléshez elegendő a földi g fele, esetleg harmada. Ilyen paraméterekkel rendelkező gép már reálisan beilleszthető a majdani űrhajókba.

A második lehetőség magának a lakómodulnak a forgatása. Geometriai méretei ennek is alulról behatároltak, és egyéb technikai problémák is fellépnek. Ha a forgó rész nyomás alatti modul része, akkor a kopás szinte megoldhatatlan problémát jelent. Célszerűbb magát az egész nyomás alatt álló modult forgatni, az illeszkedési felületek kopása így nem jelent közvetlen veszélyt. Egy fánk alakú gyűrű lehet teljesen zárt, méretei miatt bőven van benne hely, és könnyen illeszthető az űrhajó hossz tengelyére. Nyomás alatt csak a gyűrű lenne, az űrhajó többi moduljába a közlekedést a gyűrűt tartó küllőkben kialakított járat biztosítaná. Az illeszkedések így durván szólva kophatnak nyugodtan.

A harmadik, s egyben legegyszerűbb megoldás tornagépek használata, melyek ugyan semmiféle erőteret nem létesítenek, viszont a rugók ellenében végzett izommunka sokkal nagyobb megterhelést jelent, mint amire egyébként a súlytalanságban szükség van. Az izmok intenzív dolgoztatása ha nem is szünteti meg, de csökkenti a károsodás mértékét.

Azokon a repüléseken, amik nem tartanak 30 napnál tovább, nem szükséges külön megelőző intézkedést, berendezést fogantatosítani. A 30-80 napos időtartamon belül elegendőnek tartom a tornagépek használatát. Az űrhajó bizonyos részének forgatását csak a 80 naposnál hosszabb időtartamú repülés esetén tartom indokoltnak.

Az űrrepülés alatt a másik jelentős veszély az emberi szervezet számára az erős kozmikus sugárterhelés. Ennek kivédésére két lehetőség létezik, s ahogy lenni szokott, egyik sem tökéletes. Már a korai tervekben is szerepelt „óvóhely” kialakítása az űrhajón belül, ahová a legénység visszahúzódhat egy napkitörés hatása elől. Szerkezetileg egyszerű, ólom vagy arany fólia közti vastag grafit réteg. Legnagyobb hátránya az, hogy tömege miatt csak egészen kis „óvóhely” rakható egy űrhajóra. Néhány óránál, esetleg fél napnál többet nem lehet benne eltölteni. Létezett olyan elképzelés is, hogy az üzemanyagtartály hengerpalástként ölelje körül a lakómodult, így csekély mértékben, de a tartály falai és az üzemanyag is elnyel valamennyi sugárzást. Szintén nem új ötlet, hogy mágneses teret hozzanak létre az űrhajó körül. A hatékony védelemhez azonban nagyon nagy térerősség kell, ami zavarja a műszereket és lehetetlenné tesz minden nem optikai mérést. E mező fenntartása hatalmas teljesítményt igényel, ami az energiatermelés túlnyomó részét felemésztené. Igaz, hogy a modern műszaki rendszerek és mérőműszerek energiaigénye egyre kisebb, viszont sosem árt, ha van legalább 60% teljesítmény-tartalék.

A felszíni támaszpontok sugárvédelmét hasonlóan passzív módon célszerű kiépíteni. Épületek falai lehetnek vastagabbak is, sőt, a talajba süllyesztve még takaróréteggel is beburkolhatóak. Ez a fedőréteg ha csak kis mértékben ugyan, de a mikrometeoritok becsapódásának hatását is csökkenti. A Holdon, vagy a Marson ez valós veszélyt jelent, amivel mindenképpen számolni kell. A fekvő henger elrendezésű modulok erre ideálisak, hisz nem kell mélyre ásni, és a talajréteg is stabilan nyugszik rajta.

Szintén súlyos és kikerülhetetlen problémát jelent az emberi viselkedés, az egyénenként eltérő reagálás a hosszú monotonitásra, és az összezártságra. Klausztrófóbia, dühroham, szexuális féltékenység minden emberben lakozik. Ha valakinél elpattan az a bizonyos húr, az veszélybe sodorhatja nemcsak magát a küldetést, de a többi űrhajós életét is. A hosszú szimulációs gyakorlatok segítségével valamennyire edzhetőek az emberek, és a privát kialakítású kabinok is sokat segítenek, de a legjobb megoldás, ha mindezek mellett a repülési időt a lehető legnagyobb mértékben csökkentik.

Összefoglalás

Áttekintve a tárgyalt témákat látható, hogy az űrutazás még egyáltalán nem könnyű, mindennapos dolog. Valószínűleg egyszer az lesz, de legalább 100 évig még a dolgozatban szereplő problémák leküzdése lesz a legfőbb feladatunk. Egészségünk teljes megóvásának hiányában még a Föld körüli repülés lehetősége is nagyon korlátolt, a bolygóközi repülések pedig ritkaságszámba menő kalandok.

A forradalmian új fizikai felfedezésre épülő hajtómű nélkül a Naprendszeren kívülre tervezett utazás inkább a fantasztikus irodalomba való, bár automata szondával elvileg megvalósítható.

A bemutatott fejlesztési irányvonalak tudatos hozzáállással, reális kereteken belül megvalósíthatóak, és általuk az emberiség ténylegesen megvetheti lábát a Földön kívül is. A fokozatosság elve garanciát jelent az elért eredmények fenntartására, az azokra épülő programok szükségességének igazolására. Azon tudományos eredmények, amiket csak az emberes űrkutatás kiterjesztésével nyerhetünk, egyszerűen felbecsülhetetlen értékűek.

A Mars-expedícióra elvileg 10-15 éven belül sor kerülhetne, a technológia legnagyobb része már ismert. Az új fejlesztések megfelelő támogatottság mellett ennyi idő alatt kivitelezhetőek. Kérdés, hogy az adófizetők mennyire érzik fontosnak e cél elérését...

Remélem, hogy munkámmal sikerült az űrrepülést közelebb hozni a kedves olvasó szívéhez és betekintést adni a holnap egyik legfontosabb feladataiba.

Felhasznált irodalom, források:

www.urvilag.hu

www.astronautix.com

www.astro.u-szeged.hu linktár

www.nasa.gov

www.russianspaceweb.com

www.directlauncher.com

<http://www.aovi93.dsl.pipex.com>

A témakör fontosabb magyar nyelvű szakirodalma:

Almár Iván - Horváth András (szerk.): Űrhajózási lexikon, Akadémiai-Zrínyi 1981

Almár Iván - Both Előd - Horváth András: SH atlasz, Űrtan, Springer 1996

Almár Iván - Horváth András: Újra a Marson, Springer 1997

Almár Iván - Galántai Zoltán: Ha jövő, akkor világűr, Typotex Kiadó 2007

Dancsó Béla: Holdséta - A Holdra szállás története, Novell Kiadó 2004

Ferencz Csaba: Űrtan. Az űrkutatás és gyakorlati alkalmazásai, ELTE Eötvös Kiadó 2009

Gazdag László - Mészáros István: A világűr meghódításának első 50 éve, Laurus 2007

Horváth András - Szabó Attila: Űrkorszak, Ekren 2008

Természettudományi enciklopédia 16. A világűr felfedezése, Kossuth Kiadó 2008

Űrtan évkönyvek, Űrkaleidoszkóp (havi), Magyar Asztronautikai Társaság

Világűr, Természet Világa 2001. II. különszám

További érdekes történeteket és friss információk olvashatók a repülési szakfolyóiratokból, melyben állandó űrkutatási rovat is található: AEROMAGAZIN, Haditechnika.

Alkalomadtán az ARANYSAS című neves folyóirat is foglalkozik űrprogramokkal, igaz, elsősorban katonai szemszögből.

FÜGGELÉK

A Mars-expedíció korábbi terveinek összefoglalása. (www.astronautix.com és www.urvilag.hu alapján)

Az alább bemutatott tervekből látszik, hogy egymástól függetlenül is hasonló fejlődési utat jártak végig a mérnökök. Az időben előre haladva végül majdnem minden terv visszatért a nukleáris energiaforrás alkalmazásához és a teljes leszállás koncepciójához (vagyis a legénység minden tagja a bolygóra lép, nem hagynak hátra senkit sem hónapokig keringeni a Mars körül).

Minél több adattal szolgáltak a szondák, annál jobban csökkentek az űrhajók méretei és a legénység létszáma. A felszíni tartózkodást lehetővé tevő berendezések miatt egyre egyszerűbb és kevésbé kockázatos küldetéseket szántak az űrhajósoknak. A 70-es évek végére már mindkét szuperhatalom hátszágának ipari fejlettsége elért egy olyan szintet, ami lehetővé tette a küldetések időtartamának csökkentését. Az űrutazás máig megoldatlan egészségkárosító hatása miatt ez az egyik legfontosabb szempont egy expedíció tervezésekor.

Werhner von Braun tervei

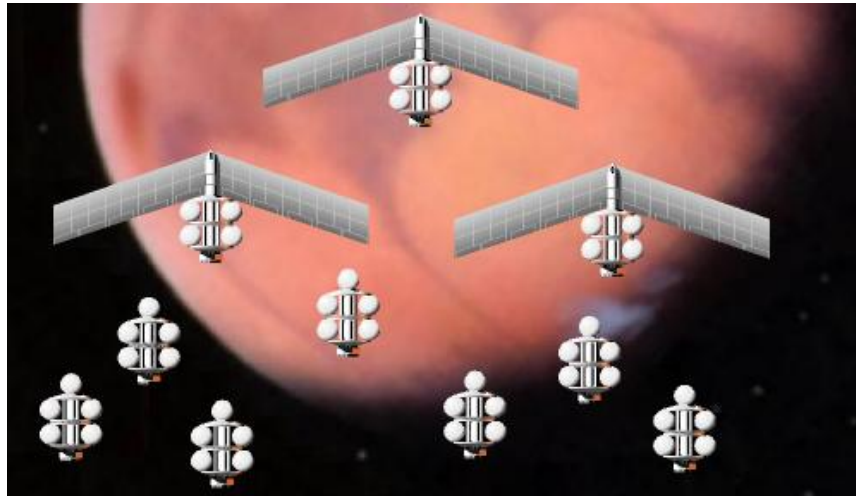
Werhner von Braun szinte azonnal hozzálátott nagyszabású űrutazások, bolygófelszíni expedíciók tervezéséhez, amint a háborús örökségként folytatott V2 projekt befejeződött.

Az általa felvázolt küldetések mindegyikéről elmondható, hogy nagyon összetett, hosszú időtartamú, sok ember és nagyméretű űrhajó (vagy egész flotta) szükségeltetne hozzá. Gyakorlatilag a kor technikáján való megvalósíthatóság határán jóval túllépett. Kétségtelen azonban, hogy zsenialitása a jövőbe mutatott és sok ötletét a modern ismeretek fényében is érdemes újra elővinnünk. Alább azon terveit ismertetem, melyeket a nyilvánosság felé is publikált.

Az első terveket egy Mars expedícióra 1948-ban készítette, de csak 1952-ben publikálta.

Mars expedíció 1952 (tervezett start 1965)

(<http://www.astronautix.com/craft/vonn1952.htm>)



1. ábra: A teljes űrhajó flotta. A repülés alatt hasonlóan szoros köteléket tartottak volna.

Az Antarktisz-terven alapult, 70 fős legénységgel 10 űrhajóban. Az űrhajók tömege egyenként 3720 tonna. Ezen armada Föld-körüli pályán való összeszereléséhez von Braun egy teljesen újrahasznosítható, 3 fokozatú hordozót is tervezett, ami egy felszállással 25 tonna hasznos terhet és további 14,5 tonna üzemanyagot szállított volna. A Mars-flotta összeállításához 46 űrrepülőgép 950 startja szükségeltetett volna a Johnston-atollról, 8 hónap leforgása alatt. Az űrrepülőgép első és második fokozata ejtőernyővel ereszkedett volna vissza az óceánba, míg a harmadik, orbitális fokozat szárnyas kialakítása révén repülőgépként szállt volna le a Johnston-atoll repülőterére.

A flotta 7 darab emberes és 3 darab személyzet nélküli ellátóhajóból állt volna, egyenlő tömeggel. A lakómodul 20 méter átmérőjű és 10 ember befogadására alkalmas, plusz 365,5 tonna tartalék üzemanyaggal a visszaútra. A 3 ellátóhajó mindegyike egy 200 tonnás, szárnyas kialakítású leszállóegységet hordoz, és 195 tonnányi felszerelést. Az ellátóhajók feladatuk végeztével a Marsnál maradtak volna.

A repülés során a Hohmann-pályát használták volna. A Mars felszínének vizsgálatát orbitális pályáról végzik, és kiválasztanak egy helyszínt a támaszpontnak az egyenlítőn. A leszállást is több fázisban hajtják végre, először egy leszállóegység hagyja el az orbitális pályát és repülőgépként, horizontálisan száll le a sarki jégsapkára, sítalpakra. Logikus gondolatnak tűnt, hogy a sarki jég felszíne elég sima egy leszállás végrehajtására. Ne feledjük, hogy ekkor még semmiféle ismerettel nem rendelkezünk a Mars domborzatáról. A mikroelektronika előtti korszakban sem szándék, sem technikai lehetőség nem volt az emberes expedíciót megelőző, robotokkal végzett kutatásokra. Az első leszállóegységnek

nincs visszatérő része, helyette egy nagy hatótávolságú, nagyméretű jármű a rakománya. A legénység ezután 80 nap alatt tenné meg a 6500 km-es utat az egyenlítőig, a támaszpont tervezett helyére. Itt felállítanának egy kis, lakható épületet és előkészítenék a leszállópályát. A fél bolygón átívelő út a tartalék terv volt, ha a tervezett támaszpont közelében találtak volna alkalmas leszállóhelyet, akkor természetesen oda landolt volna az első leszállóegység is. A másik két leszállóegység szintén repülőgépként, kerekeken ért volna földet az előkészített leszállópályára. Ezeken már visszatérő egysége is van, melyeket közvetlenül a leszállás után kilövési pozícióba állítanak, hogy vészhelyzet esetén azonnal vissza tudjanak térni az űrhajókhoz. Mivel az űrhajók is ekvatoriális pályán keringenek, minden 2 óra 26 percben ablak nyílik a felszín elhagyására. Összesen 50 ember száll alá a bolygóra, a többi 20 az űrhajókon marad, azokat tartja üzemben és a bolygó nagyobb léptékű, távérzékelésű vizsgálatait végzik. A felszínen felállítják a nagyobb támaszpontot és tervezetten 400 napig végzik munkájukat, amibe a roverrel tett hosszabb utazások is beletartoznak, ha a kedvező módon sikerült leszállnia az első egységnek.

A küldetés végeztével visszatérnek az űrhajókhoz, de dokkolásra nem kerül sor, a legénység a 3,5 tonnás, űrhajók közti közlekedésre használt járművével jut át az űrhajókra. A visszaút a Földre 260 napra kalkulált és a Föld körüli pályára állással végződne, ahonnan űrrepülőgépekkel szállnának le a Földre. Az expedíció teljes időtartama 963 nap.

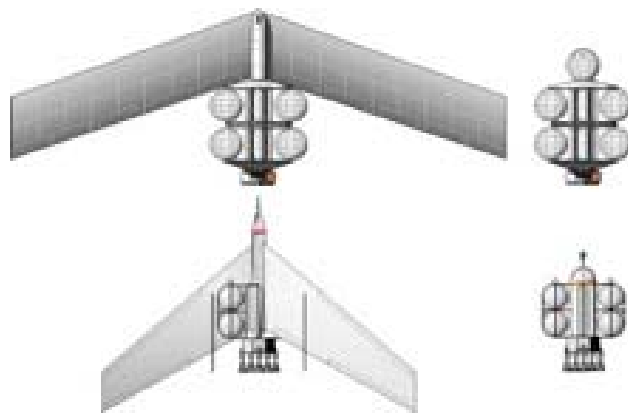
Mars expedíció 1956 (tervezett start 1970)

(<http://www.astronautix.com/craft/vonn1956.htm>)



2. ábra: A géppár repülés közben.

1956-ban von Braun Willy Ley társszerzőjeként újabb könyvet írt, *The Exploration of Mars* címmel. Ebben a műben már átdolgozott, realisabb méretű expedíció terveivel állt elő. Mindössze 2 űrhajó, 12 fős legénységgel, és az űrhajók tömege is körülbelül a fele lett volna a korábbiaknak. A személyszállító űrhajó lakótere 7,9 m átmérőjű és elhatárolt kabinokra osztott. A légénység nélküli teherhajó hordozta volna a leszálló egységet, viszont elhagyták a 195 tonna tartalék ellátmányt és a leszálló egység tömegét is 200 tonnáról 177 tonnára redukálták. Teljesen új számításokat nem végeztek, az egyetlen jelentősebb módosítás az volt, hogy a visszatéréskor az űrhajó magas Föld-körűli pályára állt volna, jelentős tömegű üzemanyagot takarítva így meg.



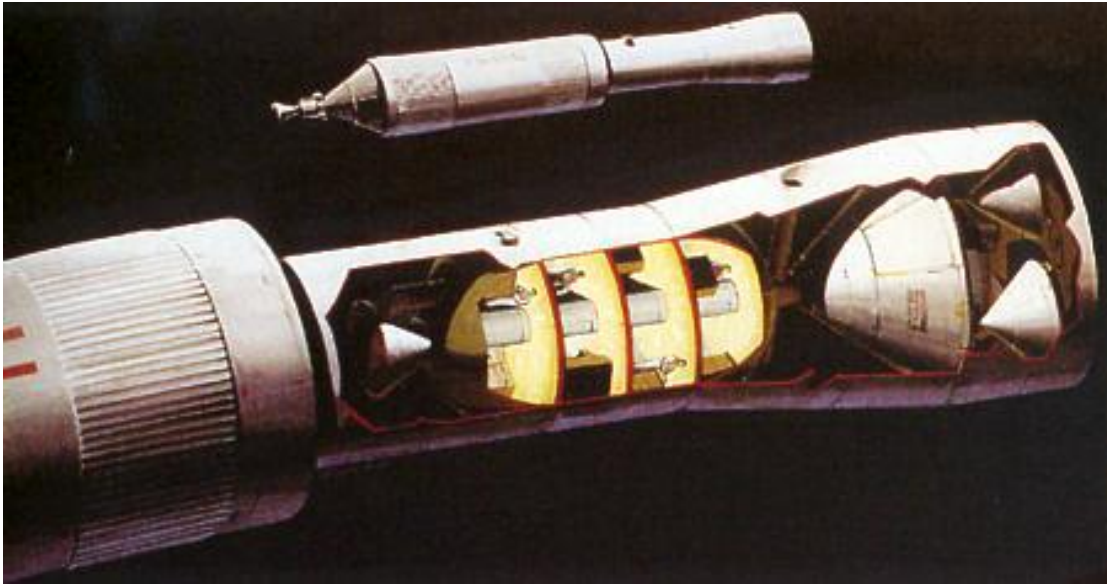
3. ábra: Az 1952-es és 1956-os űrhajók méretarányos összehasonlítása.
(forrás: <http://www.astronautix.com/graphics/z/zvbm5256.jpg>)

A két űrhajó összeszerelése szintén orbitális pályán történt volna, a háromfokozatú űrrepülőgép 400 startja szükségeltetett hozzá. A légénység 3 tagja a leszálló egységben foglalt volna helyet az út alatt, így kicsivel több mozgástér jutna egy embernek. A levegő oxigén-nitrogén keverék, 0,54 atmoszféra nyomáson.

A misszió profilja ugyanaz maradt, 1000 km-es egyenlítői körpályára állva 3 ember a személyszállító űrhajóban marad, míg 9-en szállnak le a bolygóra. A felszínre juttatandó felszerelés is ugyanaz maradt, 400 napos ott tartózkodásra tervezve. Az elsődleges leszállási célterület a Margaritifera Sinus lett volna. A Földre való visszatérés 3 lépcsőben történik, az űrhajó 90320 km magas pályára állt volna, ahonnan egy köztes űrhajó hozta volna az embereket az 1730 km-es alacsony Föld-körűli pályán várakozó űrrepülőgéphez. A küldetés teljes időtartama változatlanul 963 nap.

Mars expedíció 1969 (tervezett start 1981)

(<http://www.astronautix.com/craft/vonn1969.htm>)



4. ábra A két bolygóközi űrhajó úton a Marshoz.

Von Braun végső terve egy nagyszabású emberes Mars expedícióra. Teljesen áttervezett, reális, sokkal kevesebb biztonsági kockázatot tartalmazó küldetés. Mindössze kettő, de teljesen újrahaznosítható űrhajót foglalt magában a terv, mely von Braun utolsó próbálkozása volt, hogy meggyőzze az amerikai kormányt, hogy finanszírozzák álmait. Öt évvel később egy jelentéktelen igazgatói állásba állították félre, ahonnan két év múlva elhagyta a NASA-t. Az összetett fejlesztési folyamat, aminek csúcsát képezte volna a Mars-utazás, egy logikusan felépített folytatása lett volna az Apollo-programnak. 1975-re űrrepülőgép, pár évvel később lakható űrállomás, ezalatt a Saturn-V hordozórakéta és a NERVA nukleáris hajtómű folyamatos fejlesztése. Mindez lehetővé tette volna egy Boeing-1969 típusú Mars-űrhajó megépítését 1978-ban és a Marsra szállás végrehajtását 1982-ben.

A két azonos űrhajó kölcsönösen biztonsági tartalékot és segítségnyújtási lehetőséget adna egymásnak, erről a biztonságról von Braun nem volt hajlandó lemondani.

Az űrhajók tömege fele lett volna a Boeing 1968 IMIS tervében szereplőnek, és 5 helyett 3 NERVA hajtóművel darabonként, így 38 tonnával kevesebb hajtóanyag szükségeltetett volna.

Az űrhajó a következő részekből állt:

2 oldalsó NERVA hajtómű, mely a Föld-körül pálya elhagyására szolgál. A gyorsítás végeztével ezek leválnak, és visszatérnek a Földhöz. Ott újratölthetőek és Föld-Hold

repülések, vagy egyéb missziók motorjaként használhatóak. Az űrhajó teljes indulótömege 614 tonna a két oldalsó NERVA hajtómű leválását követően.

Középső NERVA hajtómű, ami az egész út alatt az űrhajó hajtóműveként szolgál. Planetary Mission Module, szabványosított lakómodul, ami egyaránt használható űrállomások és bolygóközi űrhajók legénységi szállásaként létfenntartó rendszerekkel együtt. 10 méter átmérőjű, sugárzás ellen védett óvóhellyel is rendelkezik, 6 főre tervezték kényelmesen, de vészhelyzetben 12 fő befogadására is alkalmas hosszú időre is. Ez a tartalék kapacitás lehetővé tenné a misszió folytatását egy esetlegesen valamely űrhajó elhagyását követelő üzemzavar/baleset esetén is. A korabeli napelemek kis hatásfoka miatt az energiaellátást radioaktív termoelektromos generátor (RTG) biztosította volna.

Mars Excursion Module, a leszálló egység, 43 tonna tömegű. 3 embert képes ellátni a felszínen 60 napig. Kialakításában az Apollo CSM-re hasonlít. Kombinált, ejtőernyős és rakétás fékezéssel ér talajt, 6 teleszkopikus lábával 15° emelkedésű területen is megtartotta volna magát. Mindkét űrhajó vitt volna egyet, amik egymás közelében szálltak volna le. A visszatérő egység 6 főre tervezett, hogy az összes ember képes legyen egy járművel visszatérni szükség esetén.

16 automata szonda, amiből 12 szállt volna le a Mars különböző területeire, és onnan talajmintát juttatott volna vissza. 4 szondát a Vénusz légkörébe eresztettek volna a visszaút alatt végrehajtott hintamanőver közben, amikor az űrhajók a Vénusz közelébe érnek.

A Földhöz való visszatéréskor az űrhajók tömege egyenként mindössze 72,6 metrikus tonna. A küldetés teljes időtartama 640 nap.

Von Braun számításai szerint ezt a rendszert alkalmazva 1989-re lehetővé válhatott volna egy 50 fős Mars-bázis létesítése. Akkori árfolyamon a 7 milliárd \$/év költségű projekt kifizetődő lett volna, mert az űripar összes részének hosszú távú, megvalósítható munkát biztosított volna. Ráadásul az űrhajók és a felszíni elemek mind könnyen továbbfejleszthetőek a moduláris kialakítás miatt. Ezzel von Braun ismételen korát messze megelőző elméjéről tett bizonyosságot.

A tervezetet ugyan előterjesztették, de azt sem a NASA, sem pedig az állami költségvetést felülvizsgáló bizottság nem fogadta el. Különös, hogy éppen a számtalan más lehetőséget nyújtó és legégetőbbben hiányzó elem, a teljesen újrahasznosítható űrrepülőgép megépítését vetették el először.

Mai viszonylatban sem életképtelen az utolsó változat, az újrahasznosítható űrhajó, a nukleáris hajtómű alkalmazása és a szimultán leszállás a későbbi küldetések során.

Stuhlinger Mars 1957

(<http://www.astronautix.com/craft/stus1957.htm>)



5. ábra: A flotta egy része. Jól megfigyelhető az űrhajók szokatlan szerkezete.

Ernst Stuhlinger 1954-ben készített terveket egy nagyszabású Mars expedícióról, elsőként gondolva ion-hajtómű alkalmazására. Az elektromos energiát nukleáris reaktor szolgáltatotta volna, a hajtómű üzemanyaga cézium lett volna. Az USArmy Ballistic Missile Agency behatóbban is tanulmányozta a tervezetet 1953 és 1959 közt, a nyilvánosság elé 1957. december 4-én tárták. Ebben a forgatókönyvben 10 űrhajóval 200 embert juttattak volna a vörös bolygóhoz.

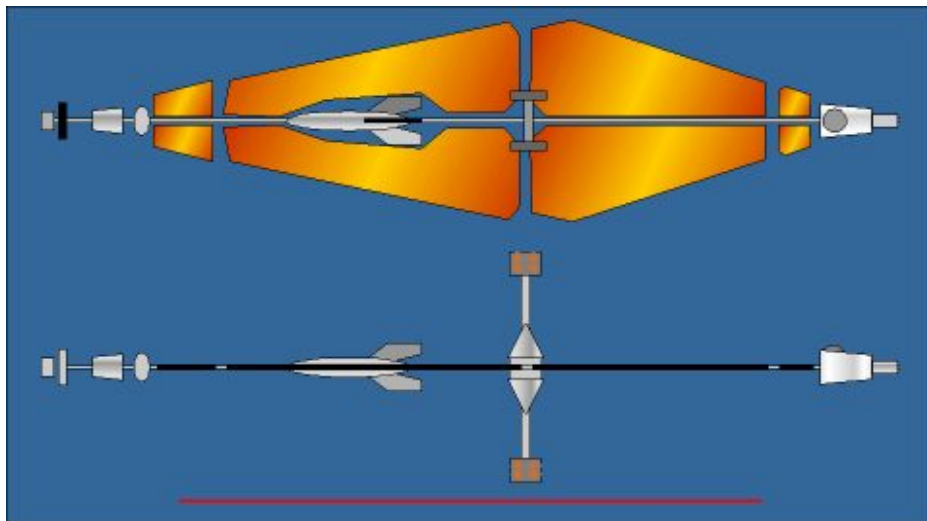
A reaktor hője egy folyadékkal töltött rendszert fűt, ami turbinát meghajtva termel áramot. A fölösleges hőt hatalmas felületű hűtőtányéron oszlatják el. A légénység lakó és dolgozó egysége a hűtőernyő belső részén, a gyűrű alakú egységben lenne. Az egész ernyő forgásával gyenge mesterséges gravitáció biztosítható. Az ernyő tengelyének átellenes végén helyezkedne el a reaktor, megfelelő árnyékolással. Az egész szerkezet tömegközéppontjában helyzeték volna el az ionhajtóművet az üzemanyag tartállyal és a leszállóegységet.

A nagyon alacsony tolóerő/tömeg arányból kifolyólag a küldetés időtartama jóval hosszabb lett volna, mint von Braun kémiai rakétákkal hajtott, Hohmann-pályán repülő terve. $7 \cdot 10^{-5}$ g gyorsulással a hajtóműindítástól számított 124-ik napon érte volna csak el a szökési sebességet a Föld pályájáról. Mars körüli körpályára a 402-ik napon állt volna. A leszálló egység hagyományos rakétahajtású, és kombinált ejtőernyős/rakétás fékezéssel, álló helyzetben ért volna talajt. Az emberek 412 napig tartózkodtak volna a Marson. A visszautat ugyanúgy tennék meg, mint az odautat, csak a leszálló egységből visszatért részt hátra hagyják Mars körüli pályán. A teljes küldetés 1276 napig tartana.

A nagyon lassú repülést Stuhlinger szerint ellensúlyozza az a tény, hogy az ionhajtómű hatásfoka miatt nem kell annyi üzemanyag. Egy emberre leosztva 8-szor kevesebb tömeg jut, mint a von Braun-féle tervekben. Később bebizonyosodott, hogy a termikus-nukleáris hajtómű, bár kisebb a hatásfoka, gyorsabb repülést tesz lehetővé. Logikus lépés volt az is, hogy a legénység csak közvetlenül a Föld pályájának elhagyása előtt lépjen az űrhajó fedélzetére. A vertikális leszállási mód javaslata viszont nagy előrelépés volt, még úgy is, hogy 1954-ben még semmit sem tudtak a Mars légköréről.

Stuhlinger Mars 1962

(<http://www.astronautix.com/craft/stus1962.htm>)



6. ábra: Az új űrhajó nézeti rajza.

1962-re Stuhlinger ionhajtóműves terve nagy változásokon esett át, egy nagyban ésszerűbb terv körvonalazódott ki. 150 méter hosszú űrhajókban összesen 15 fős legénység repült volna a 475 napos küldetésre. Tervezett startját 1975-re dátumozták, egyedileg épített űrhajókban, az összeépítéshez 4 NOVA start szükségeltetne (a NOVA rakéta sosem készült el).

Az üzemanyag cézium, melyet a 115 MW összes energiát leadó nukleáris reaktor ionizált volna. Az elektromos „hasznos” teljesítmény 40 MW, a többit mint felesleges hőt, a 4300 m² területű hűtők adták volna le az űrbe. Egy komplett űrhajó 360 tonna tömegű lett volna, üzemanyaggal feltöltve.

Három darab A-hajó rendelkezett volna leszálló egységgel, amik egyenként 70 tonnásak. Az emberek szállítását két B-hajó végezte volna, melyeken leszálló egység nem, viszont több üzemanyag, összesen 190 tonna lett volna.

Az összes hajó alacsony gyorsulással, 56 nap alatt spirálozott volna ki a Föld körüli pályáról, 146 napi bolygóközi repülés után további 21 napig tartó fékezéssel álltak volna pályára a vörös bolygó körül. A légénység az űrben szállt át a leszállóegységekbe, amikkel 29 napig tartózkodhatnak a felszínen. A földre a B-hajókkal térnének vissza, az odaúttal megegyező repülési profil szerint.

A repülés alatt az űrhajó 1,3 fordulat/perc szögsebességgel forogna a hossz tengelye körül, ezáltal 1/10-ed g-vel egyenértékű centrifugális erő hatna az emberekre. A sugárzás elleni védelmet egy grafitból készült óvóhely biztosította volna, igencsak szűkös méretben. A Van Allen övön való 20 nap időtartamú áthaladást is ebben a „lyukban” kellett volna az űrhajósoknak átvészelnük, ami irreális.

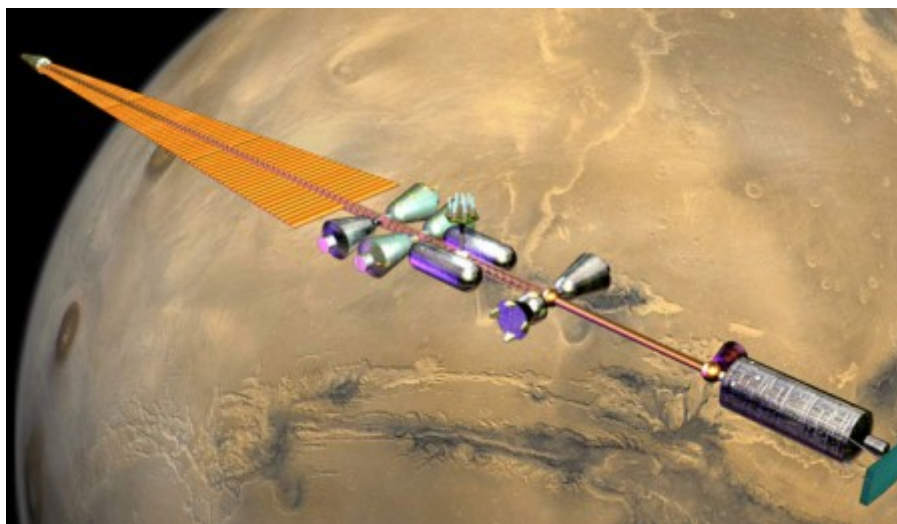
Stuhlinger egyik terve sem hagyta el a rajzasztalt, nagyon a részletekbe menő számításokat sem végeztek, mert a projektek túl grandiózusak voltak az adott korszak lehetőségeihez képest. Viszont el kell ismerni, hogy korának többi amerikai tervével ellentétben már majdnem moduláris rendszerben tervezte űrhajóját és a továbbfejlesztés elv lehetősége is megvolt munkájában.

Szovjet Mars-expedíció tervek

(www.astronautix.com és www.urvilag.hu alapján)

TMK-E

(<http://www.astronautix.com/craft/tmke.htm>)



7. ábra: A TMK-E űrhajó a Marsnál.

Koroljov 1959-es TMK flyby terve nagyon ésszerűtlen volt, 75 tonnás űrhajó, 3 éves repülés és le sem szállnak. Ezért a tervezőirodán belüli kezdeményezésből 1960-ban új tervet dolgoztak ki Feoktyisztov vezetésével.

A neve alig változott, viszont teljesen új űrhajó képe rajzolódott ki: összetett űrhajó, atommeghajtás, leszállás.

Az ionhajtómű ekkor már ismert volt, 7,5 kg-osat akartak alkalmazni. A korabeli napelemek alacsony hatásfoka miatt 36000 m² felületre lett volna szükség, ezért kézenfekvő volt, hogy az elektromos energiát atomreaktor szolgáltatassa. A reaktor 7 MW teljesítményű lett volna.

A küldetés szintén 3 évig tartana, de csak 1 évig kellene az ionhajtóművet működtetni. Az űrhajó alapját a TMK-1 hat méter átmérőjű lakómodulja képezte, amit 18 méter hosszúra növeltek volna. Ehhez csatlakozott volna egy kis átmérőjű közlekedő alagút a leszállóegység két szegmenséhez, illetve a visszatéréskor használt Szojuz kapszulához. Mindez az űrhajó gerincét alkotó, igen hosszú rácsozat közepén kapott volna helyet. Az atomreaktort az űrhajó orrában, a legénységtől a lehető legmesszebb helyezték el, és sugárzás elleni pajzs fedte a hajó felőli oldalát. Az űrhajó hossza 175 méter lett volna.

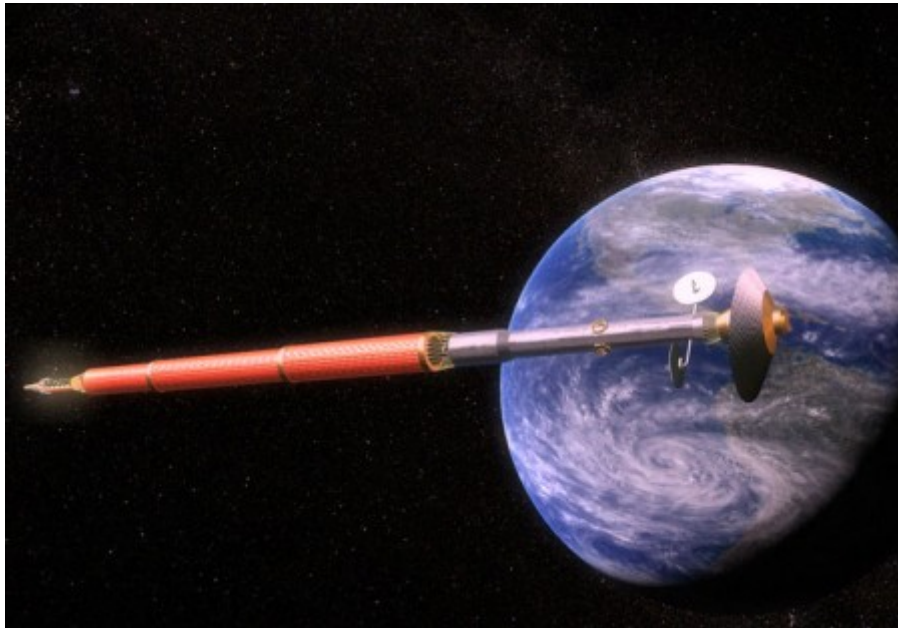
A leszállóegység egy 5,5 méter átmérőjű, 9 méter hosszú, öt szegmensből (vagonból) álló „Mars-vonat” aminek minden kocsija kerekeken gördülne. A leszállóegység tömegét 10 tonnára tervezték. Az első kocsiiban kapna helyet a legénység és az irányítórendszer, valamint a műszerek. A leszállás külön történe, 5 lépcsőben, és a járművek a felszínen kapcsolódnak össze. Csak három ember szállna le a járművekkel, a legénység többi tagja a Mars körül keringő űrhajón marad, és a bolygó nagyobb léptékű vizsgálatát végzik. Tervezett élettartama egy év volt, ezalatt az északitól a déli sarkvidékig bejárhatná a bolygót. A visszatérő egységet két külön kocsiként hordozná a vonat, az egyikkel az emberek, a másikkal a begyűjtött minták hagynák el a bolygót.

A terv fontos részletekben felszínes, nem részletezi az orvosi problémákat, sem pedig az egy éven át tartó felszíni expedíció élelmezését.

A végrehajtás tekintetében nem sok történt. 1957. január 1-jén hivatalosan megkezdődtek az ionmeghajtás lehetőségét vizsgáló kutatások a Szovjetunióban. 1960-ban Alekszusin a Mars-vonat helyett egy másik Mars-járót tervezett a szintén háromszemélyes legénység és a mérőberendezések számára. A henger alakú, két oldalán két lánctalppal közlekedő jármű a Marszokhod nevet kapta. A Marszokhod élettartamát egy évre tervezték. Később számos leszállóegység és szovjet rover-terv kapott hasonló nevet.

MEK

(<http://www.astronautix.com/craft/mek.htm>)



8. ábra: A MEK elhagyja a Föld körüli pályát.

Az oroszok 1966-ban összegyűjtötték a korábbi Mars-misszió terveket, majd 1969-re egy teljesen új tervvel álltak elő a mérnökök. Startját 1980-ra tervezték.

Az űrhajót alacsony föld körüli pályán szerelték volna össze, az összesen 150 tonna tömegű alkotórészeket pedig két, N-1M típusú hordozórakétával juttatták volna pályára. Az űrhajó a következő fő részekből állt volna: bolygóközi és keringő egység, leszállóegység, földi visszatérő egységből és a nukleáris erőmű a hozzá tartozó elektromos hajtóművekkel. A két darab reaktor összesen 15000 kW energiát szolgáltat.

A 3 fős legénység minden tagja le is szállna a Marsra.

A MEK (Mars-felderítő komplexum)nevű űrhajó alakja Feoktyisztov 1960-as tervére emlékeztet, ami a reaktort távolra helyezi a lakóegységektől, ezzel növelve a sugárvédelmet, valamint egy védőpajzsot is elhelyeztek volna. A MEK hossza is 175 m lett volna, maximális átmérője pedig 17 m. Az űrbeli lakórész 4,1 m átmérőjű és 23 m hosszú. A reaktort a fellövés után egy teleszkopikus rendszer messzire eltolná az űrhajó lakott részétől. A TMK-E tervvel szemben csak egyetlen, csonka kúp alakú űrjármű szállt volna le a Marsra.

Az űrhajó automatikus üzemmódban kezdené meg a gyorsítást a Föld körüli pálya elhagyására, és a legénység csak a sugárzási övön való áthaladás után szállna át bele, egy külön Szojuz 7K-L1 űrhajóból. A Marsig tartó repülés alatt a hajtóműveket kikapcsolták volna, így jelentős tömegű üzemanyag takarítható meg.

Az MPK nevű leszállóegység a felszínen nem mozgott volna. Átmérőjét 11 méterre, magasságát 8,5 méterre tervezték, tömege 20 tonna, készletekkel és műszerekkel együtt. Hővédő pajzsa nyitott, lencse alakú, a fékezést először aerodinamikai úton hajtotta volna végre, majd a precíz leszálláshoz folyékony üzemanyagú rakétákat használt volna.

A Mars körül alacsony poláris pályára álló űrhajóból egy heti vizsgálat után válna le a leszálló egység, ami 5-7 napig üzemelt volna. Utána további egy hétig maradt volna pályán az űrhajó, folytatva a nagyobb léptékű vizsgálatokat, térképezést.

A visszaút már nem Hohmann-pályát követne, hanem a Vénusz és a Merkúr pályája közt haladna el.

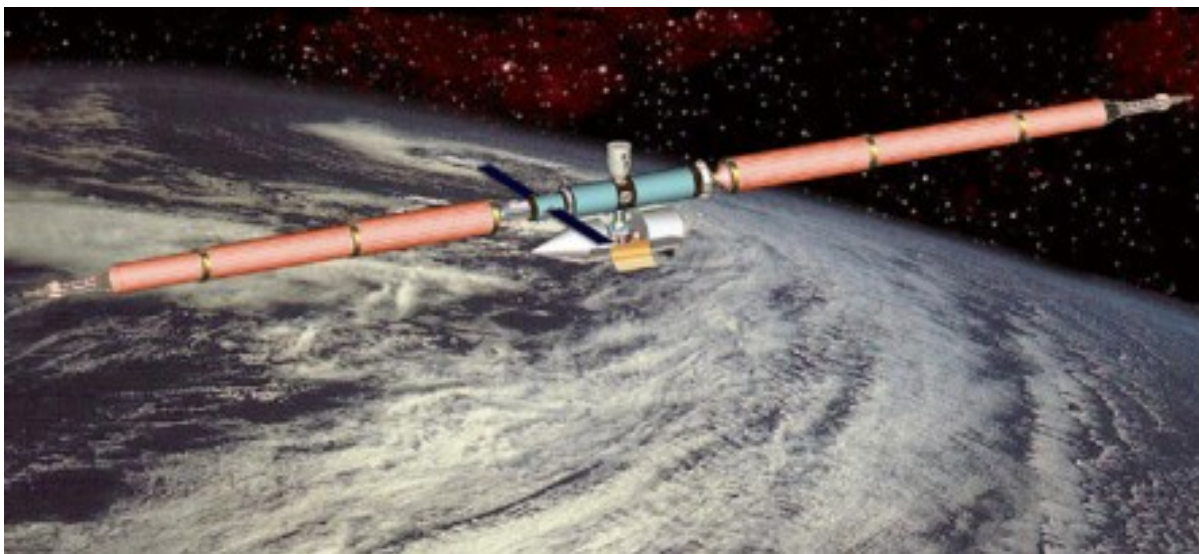
A teljes küldetés 630 napig tartott volna.

Később a tervet kibővítették, kapacitását jelentősen megnövelték. Az Aelita névre keresztelt űrhajóhoz viszont olyan hatalmas hordozórakéta kellett volna (UR-700M) ami sosem készült el. Továbbá az űrhajó akkorára hízott, olyan nehéz lett volna, ami már nem csak súrolta, hanem át is lépte az irrealitás határát. A becslések alapján is 30-40 milliárd rubel költségű programot a szovjet gazdaság egyszerűen képtelen lett volna fedezni.

1972-ben a szovjet államvezetés határozatlan időre elhalasztott minden Mars-expedíció tervet. Ebben nagy szerepet játszhatott, hogy addig egyetlen Mars-szonda sem járt sikerrel, az 1960 óta indított eszközök minden példányát beleértve. Különösen destruktívan hatott 1971-ben a Marsz-2 és Marsz-3 űrszondák kudarca. Mindkét szonda keringő és leszállóegységből állt, amikhez még egy-egy rovert is kapcsoltak.

Az újabb generáció – Mars 1986

(<http://www.astronautix.com/craft/mars1986.htm>)



9. ábra: Az indulásra kész 1986 űrhajó.

Az amerikai emberes holdprogram végeztével a szovjet mérnökök már nem terveztek újabb missziókat a Marsra. Az űrállomások fejlesztésébe vetették bele magukat, s ennek hamarosan jó hasznát vették. A korábbi tervek minden űrhajóját Föld körüli pályán szerelték volna össze. Az űrállomások építése, modulszerűvé tételük így akaratlanul is elősegítette a későbbiekben az emberes Mars-program könnyebb tervezhetőségét. Az 1978-1986 közötti időszakban született tanulmányok noha az 1969-es terven alapultak, építettek az azóta eltelt időszakban elért tudományos és technikai felfedezésekre. Az újabb számítások alátámasztották a 15 MW-os nukleáris energiaforrás szükségességét, de a hetvenes évek elejének kutatásai szerint ilyen teljesítményű, világűrben is igénybe vehető reaktor kifejlesztése a közeljövőben teljesen reménytelen. Ezért két reaktort helyeztek az űrhajóra, a hosszú szerkezet két átellenes pontjára. Így az űrhajó teljes tömegének 17 százaléka helyett már 45 %-ot tett ki a meghajtórendszer. Valószínűleg a tömegnövekedés is oka lehetett a legénységi létszám redukálásának, hat fő helyett csak négy űrhajós utazhatott volna a Marsra. A két reaktor szétválasztása a biztonság érdekében is történt. (Ha az egyikben valamilyen fatális hiba lép fel, az nem zavarja a másik működését.) Az egyes reaktorok teljesítménye 7,5 MW lett volna. A reaktorok típusa 11B97 volt, tervezésük 1971 júniusában kezdődött, különös tekintettel egy esetleges emberes Mars-misszióban való felhasználására. 1976-ra a 11B97 teljesítménye elérte a tervezett 500-600 kW-ot, üzemanyaga 30 kg uránium volt. Az űrhajó meghajtásáról újfajta ionhajtómű gondoskodott volna, xenon üzemanyaggal.

A leszállóegység terveit is teljesen átdolgozták. A több modulból álló EA nevű leszállóegység 60 tonnás lett volna, 13 méteres hosszúsággal, 3,8 méteres átmérővel. Magát a „Mars-kompot” egy fektetett, kúpban végződő hengerként írhatjuk le. A felszíni munkálatokat követően a kúp alakú egység térhetett volna vissza a bolygó körüli pályán keringő űrhajóra.

A küldetés teljes időtartama 716 nap, ebből 30 napot töltöttek volna a Mars felszínén.

Az űrhajó összeállításához 5 Enyergija startra lett volna szükség, indítását 2000-re tervezték.

Mars 1989

(<http://www.astronautix.com/craft/mars1989.htm>)

Az utolsó szovjet terv, tervezett startja 2001 lett volna. Gyökeres fordulatot hozott magával az a javaslat, ami nukleáris reaktor helyett egy biztonságos és környezetbarát film-típusú (mindössze 50 µm vastag) napelemrendszer használatát javasolta. Olyat, amit a Szaljut-7 és a Mir űrállomásokon már sikeresen teszteltek. A két darab, egyenként 200x200 méteres napelemtábla összesen 15 MW elektromos energiát termelne. Több érv szólt az energiaforrás átalakítása mellett: Egyrészt a napelem gyártása lényegesen egyszerűbb, könnyebb és így olcsóbb folyamat. Másrészt a meghibásodás lehetőségei is nagymértékben csökkenthetőek (ha felületének bizonyos része megsérülnek, még akkor is működőképes). Az űrhajó rendszereit az új Enyergija hordozórakéta öt indításával állították volna alacsony Föld körüli pályára. A hajó tömege 355 tonna, ebből 165 tonna a két ionhajtómű xenon üzemanyaga.

Maradt a négy fős legénység, amiből ketten szállnának le a Marsra. Újdonság lett volna az üvegház, ami az O₂/CO₂ cirkulációt és a vízutánpótlást adta volna. Az SzHO nevű létfenntartó rendszer azonban képtelen volt a kellő mennyiségű gázt és vizet előállítani, hogy a korábban becsült élelmiszerről már ne is szóljunk. Ezért a készen szállítandó mennyiséget növelni kellett 5,5 tonnára. A lakómodul is jelentős ergonómiai fejlődésen ment át, külön kabint kapott minden űrhajós és pihenő/szórakoztató kis fülkét is terveztek. Sugárzás elleni óvóhelyet is kiépítettek a pihenőtér egy részében.

A Föld sugárzási övein 29 nap alatt haladt volna át a hajó, maximális hajtómű teljesítménnyel. Ezután a hajtóművek normál teljesítményre álltak volna vissza. A szökési sebességet a 100. napon érte volna el, amit 270 napos bolygóközi repülés követ, meghajtás nélkül. A Mars körül 30 napot töltöttek volna, ebből egy hetet a bolygón. A hazaút első fázisa a 28 napos gyorsítás a Marstól, majd a 250 napos bolygóközi repülés vissza a Földre.

A leszálló egység 60 tonnás, egy hétig biztosította volna az emberek ellátását a bolygón, és 2 napig az űrben. A hengeres elrendezésű egység vízszintes helyzetben szállt volna le, négy teleszkópikus lábára.

Az expedíciót több fázisban tervezték végrehajtani, ezzel a modern, többlépcsős expedíciók alapjait fektették le. Először egy kisebb méretű, Progress-ből átalakított automatikus űrhajó indult volna a vörös bolygóhoz, hogy orbitális pályáról végezzen méréseket. Két évig keringett volna a Mars körül, majd akár vissza is térhetett volna a Földhöz, hogy új műszerekkel felszerelve folytassa méréseit. A második fázisban két, szintén automatikus, de nagy méretű űrhajó indult volna a Marshoz, amik az emberes küldetéshez szükséges berendezéseket hordozták volna. Egyikben a roverek és a hosszú

időtartamú mérésekhez szükséges műszerek lettek volna, a másik a leszálló/visszatérő egység komplett tartaléka.

Az emberes küldetés teljes időtartama 716 nap.

A több fázisban előkészített expedíció nagy szemléletbeli lépés volt, amit ma is alkalmazni kellene. Korábban leírtam, hogy teljesen felesleges az emberes űrhajóval cipeltetni az összes nehéz felszerelést. A napelemes áramforrás tömege töredéke egy nukleáris reaktorénak, és sugárpajzsra sincs szükség. Hátránya viszont, hogy roppant sérülékeny.

Phobos Expedition 1988

(<http://www.astronautix.com/craft/phoion88.htm>)

Felvéve a megélénkült elméleti versenyt a szovjetekkel, a NASA ismét komplex emberes Mars-expedíciók tervezését kezdte meg a nyolcvanas évek végén. Kakukktójásként egy olyan terv is napvilágot látott, mely nem a Mars, hanem annak holdja, a Phobos felszínére küldene űrhajósokat.

Fontos tény volt, hogy egy olyan lépcsőfokként szolgálna a tényleges Marsra szállás előtt, ami mind politikai, mind tudományos és technológia előnyt jelentene, alacsony kockázat és költségek mellett. 2003-ra megvalósítható lett volna, négy és fél évvel a Marsra szállás előtt.

A küldetés két részből tevődött volna össze, egy Mars körüli keringőből és a Phobosra leszállóból. A repülést szintén két részre bontották volna. A légénység nélküli teherhajó 2001. februári startja után Hohmann-pályán repült volna a Marshoz, és viszonylag alacsony pályára állt volna körülötte. A fékezéshez felhasználták volna a Mars légkörét is, ezzel is üzemanyag-tömeget takarítva meg. A teherhajó vitte volna magával az összes tudományos berendezést, és a visszaútra való üzemanyagot is. Az emberes űrhajó 2002 augusztusában következett volna, nagy energiát igénylő, de gyors pályán, 9 hónap alatt érve el a Mars körüli orbitális pályát. Ott randevút hajtanak végre a teherhajóval, amiből feltöltik a készleteket. A négy fős légénység fele átszáll a Phobos-lander modulba és elindulnak saját céljuk felé. A Phobos felszínén 20 napot töltöttek volna, ezalatt összesen 24 órányi sétát tettek volna. Feladataik közé térképező megfigyelések, geológiai és kémiai kísérletek, valamint fúrásos mintavételezés került volna.

A másik két űrhajós Mars körüli pályán marad, és távirányítású robotokkal végez vizsgálatokat a Marson. Kiterjedt robotcsalád állt volna rendelkezésükre: roverek, penetátorok, mintavételező landerek és légköri ballonok.

A Marsnál összesen 30 napig tartózkodtak volna, majd direkt, gyors pályát követve, mindössze 4 hónap alatt egyenesen a Földre térnek vissza.

A küldetés teljes hossza mindössze 440 nap.

A terv számos nagy előnnyel rendelkezett a korábbiakhoz képest. Mindössze 9 Space Shuttle felszállásból összeszerelhető és feltölthető mind a két hajó. A Marsi orbitális pályán való összekapcsolódás nem jelent nehézséget és ott is csak az élelmiszer és az üzemanyag átvételét kell végrehajtani. A két űrhajó összekapcsolódva marad a kutatási idő alatt.

Az egyetlen komoly kihívás a kriogén hidrogén és oxigén hosszú ideig való tárolása a tartályokban. A Marsra történő leszállás elhagyása sok-sok tonnával könnyítette meg az űrhajót és a költségeket a felére csökkentette. Nincs szükség külön leszálló-visszatérő egységekre, sem külön lakómodulra és felszíni kiszolgáló berendezésekre, ezek hosszú és drága fejlesztésére valamint mindezeknek az űrhajóhoz történő szerelésére még a Föld körül (egyszerűen nincs akkora hordozóeszköz, amibe egyben beleférne a leszálló és az űrbeli modul, plusz az üzemanyag és a hajtómű). Viszont a politikai cél, az elsőség 90%-ban teljesülne.

A robotokkal végzett munka olyan információkat szolgáltat, amik alapján kiválasztható a későbbi emberes leszállás helye, így annak elemeit a környezetéhez lehet tervezni, kevesebb kockázati tényezővel.

Athena

(<http://www.astronautix.com/craft/athena.htm>)

1996-ban Robert Zubrin egy újfajta leszállás nélküli, Mars missziót vázolt fel. A korábbi tervekkel ellentétben az Athena egy évig maradt volna a Marsnál, mialatt a személyzet távirányítással kezelte volna a felszínre leszállt robotokat. Így kiküszöbölhető a Mars-Föld közti kommunikáció holtideje, gyorsabb az emberi döntéshozatal, sokkal hatékonyabban lehet dolgozni a roverekkel a felszínen.

A Marsig tartó utat a legkisebb energiát igénylő módon, Hohmann-pályán tenné meg, és a Mars közelében is a bolygó gravitációs terét használnák leginkább ki a pályamódosításhoz. Egy évi L1 pontban tartózkodása alatt az Athena fedélzetéről 4

távirányítású rovert vezérelnének, amik elsődleges feladata a jövőbeni leszállóhelyek alapos vizsgálata. A roverekek az űrhajóról előzetesen kiválasztott, legalkalmasabbnak tűnő területekre szállítanak le, mélyfúrásos mintavételt is végezve.

A visszautat is minimális energiaigényű pályán tenné meg, a gyorsításhoz többször hintamanővert hajtana végre a Mars körül. A Földhöz megérkezve űrállomáshoz dokkolna az Athena, a legénység pedig kis leszállóegységgel érkezne meg az óceánba.

A küldetés becsült időtartama 2,5 év lenne, a következő lebontásban: út a Marshoz 280 nap, Marsnál töltött 360 nap, visszaút 270 nap, a teljes misszió 910 nap.

A legénység létszáma 2 fő. Az űrhajó 4 fő részből állna, a leszálló egységek kivételével az egész szerelvény többször használható. Az űrhajó összeszerelése alacsony Föld körüli pályán történne, becslés alapján 2 SpaceShuttle és 4 Proton rakéta indításával lehetne feljuttatni az összes elemet. Az űrhajó teljes tömege 25-26 tonna lenne, a legénység számára használható modul 5 m átmérőjű és 15 m hosszú henger.

A becsült költség akkori árfolyamon 2,148 milliárd \$.

Az Athena-misszió az egyik legéletképesebb a leszállást még nem tartalmazó küldetések közül. Hosszú időtartama alatt van elég idő sok fontos feladat elvégzésére, az űrhajó és az emberi szervezet tesztelésére, ami később megfelelően költséghatékonyá teszi a küldetést. Főpróbaként is működne az emberes leszállás előtt, hiszen az űrhajó legtöbb modulja felhasználható a későbbi küldetések során is. Az eredeti tervezet még mesterséges gravitáció előállításával számolt, ami azonban máig megoldatlan és jelen esetben felesleges is. Forgó részekkel elvileg megoldható gyengébb centrifugális erő előállítása, azonban ezek elhagyásával az űrhajó szerkezetét nem gyengítik meg a csatlakozások, jóval egyszerűbb és kisebb tömegű a hajó. Korábbi, a MIR űrállomáson végzett kísérlettel bebizonyították, hogy az ember képes hosszú távon is alkalmazkodni a súlytalanság állapotához. A súlyosabb elváltozások megelőzhetők vagy enyhíthetők kisebb, fedélzeten elhelyezhető gépekkel is, melyekről egy későbbi fejezetben esik több szó.

A legénység létszámát legalább 3 főre kell emelni, de 4 lenne az ideális. Pszichológiailag kedvezőbb, ha több emberhez lehet szólni, több ember több szaktudást és kevesebb egy főre jutó munkaterhet jelent.

Zubrin terve még napelemekkel biztosította volna a szükséges energiát, és kriogén H₂/O₂ üzemanyagú rakétákkal biztosította volna a meghajtást. Ez feleslegesen többszörözi meg a rendszerek számát, plusz tömeget jelentenek a napelemtáblák a meghajtás szempontjából és a visszaútra való üzemanyag tömege is az odaúton. Nukleáris hajtóművel egyszerre lehetne biztosítani az energiát mind a meghajtáshoz, mind az űrhajó rendszerei

számára. Azonfelül folytonos üzemelése miatt a Hohmann-pályánál gyorsabb utat biztosít. Biztonságosabb is, mint sokezer liternyi robbanékony anyagon ülni, hiszen műszaki hibák bármikor történhetnek. A hajtóművet, reaktort előzőleg más, ember nélküli repülések alkalmával próbára lehetne tenni, hogy mikorra elérkezik az Athena-misszió ideje, már egy kiforrott hajtómű kerüljön felhasználásra.

A terv már csak azért is veszélyben van, mert a SpaceShuttle leállításával a hordozóeszköz problémája égetően jelentkezik, rakétákkal juttatni orbitális pályára a részegységeket nagyon megnöveli a költségeket. A korábban kitárgyalt nagy teljesítményű, új generációs űrrepülőgéppel megoldható lenne a nagyméretű elemek viszonylag rövid időn belüli fellövése.

Mindenképpen indokoltnak látom az Athena megépítését és a küldetés végrehajtását, hiszen nemcsak a Mars meghódításában játszana fontos és a biztonság szempontjából kikerülhetetlen szerepet, hanem az elkövetkező évtizedekben is, mint egy közeli-bolygóközi űrhajóosztály megteremtője. A szabványosítás előnyeit felesleges ismét tárgyalni.

Ugyanezzel az űrhajótípussal gyorsan és hatékonyan végrehajtható lenne egy hosszabb, emberes Vénusz-keringő küldetés is.

1965-ben a NASA-nál már végeztek egy tanulmányt erről, miszerint 1975-re végrehajtható egy emberes keringő küldetés, az Apollo technológiáját használva. Az összesen 565 napos repülésben 40 nap Vénusz körüli elliptikus pályán eltöltött idő lett volna. A bolygó körül keringő űrhajóból robot leszálló egységeket bocsáthatnak a felszínre, amik vezérlése és visszasugárzott adataik vétele is sokkal könnyebb a bolygó közelében, mint a Földről.

A Föld körüli pálya elhagyását SII fokozat biztosította volna. Nukleáris hajtóművet használva az SII helyett, a teljes űrhajó tömegét 30-32%-al lehetne csökkenteni. (ez a standard nukleáris hajtómű megfelelő lenne az összes a dolgozatban említett bolygóközi űrhajó számára)

A küldetés megvalósítása mellett szól, hogy a legkedvezőtlenebb körülmények közötti Vénusz misszió is mintegy 65-70 %-al könnyebb űrhajót igényel, mint ugyanez a Marshoz a legkedvezőbb körülmények közt. A különbség években mérhető.

Az eredeti tervben még 120000 font tömegű űrhajó szerepelt, ez a korszerű anyagok, az a bizonyos nukleáris hajtómű alkalmazásával és az űrhajóhoz kapcsolt visszatérő egység elhagyásával akár a felére is csökkenthető.

A hasznos teher 3 különálló egységből állna, egy légköri szonda (gyakorlatilag léghajó), és két lander. Esetleg megkísérelhető rover alkalmazása is, de a mostoha körülmények tartós elviselése ma is kérdéses.

A Vénusz küldetés szolgálhatna az űrhajó tesztként is, a nagyobb Mars küldetés előtt. A média felé is jól eladható, hogy lépésről lépésre egyre messzebb jut el az emberiség. A Vénusz is elég csábító célpont ahhoz, főleg korai geológiája miatt, hogy megérje egy emberes expedíciót küldeni hozzá.

Lagrangian Interplanetary Shuttle Vehicle (<http://www.astronautix.com/craft/laghicle.htm>)

A NASA berkein belül egy minden eddiginél energiatakarékosabb repülési profilt vetettek fel 1985 júniusában. Az L1 pontban szerelték volna össze és töltötték volna fel a viszonylag nagy méretű űrhajót. A legénység egy külön űrhajóval, egyenesen a Földről repült volna hozzá. Az indulás első fázisa több hintamanóver lett volna a Föld és a Hold körül. Ezzel a manőversorozattal töredék mennyiségű üzemanyag szükséges csak a szökési sebesség eléréséhez. A fékezést a Marsnál viszont a hajtómű végezte volna, és ott is az L1 pontban parkolna a hajó. Mivel csak bolygóközi repülésre szolgálna, ezért minden eleme újra felhasználható. A repülési profil működőképességét 1998-ban sikeresen tesztelték az ISEE-3 műholddal.

European Mars Mission 2005 (<http://www.astronautix.com/craft/eurssion.htm>)

A Mars Society német tagozata 2005-ben állt elő egy teljesen európai, viszont rendkívül kockázatos expedíció tervével. A hordozó az Ariane 5 egy erősebb változata lenne, ami képes az űrhajót egyből a Mars felé indítani.

A küldetést két lépcsőben gondolták, így csökkentve az emberek repült idejét a súlytalanságban. Először egy automatikus teherűrhajót indítottak volna, Hohmann-pályán, ami leszáll a Marson. A rakomány a felszíni lakómodul, az arra illesztett visszatérő jármű, valamint rover és egy üzemanyag előállító berendezés lenne. A terv egyik sarokköve, hogy a visszatéréshez szükséges üzemanyagot és a vizet, levegőt a Mars felszínén állítsák elő. Ez a gyár az energiaigény miatt nukleáris reaktort igényel. Hidrogént viszont kellene szállítani, mint az üzemanyag egyik alkotóelemét.

Az emberes űrhajót gyorsabb pályán küldték volna a teherhajó után. A Mars körüli fékezést és a légkörbe való belépést is aerodinamikai fékezéssel oldanák meg.

NYILATKOZAT

Alulírott **Kiss Péter** Fizika BSc szakos hallgató (ETR azonosító: KIPMAAT.SZE) „Az emberes űrprogramok jövője” című szakdolgozat szerzője fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem, hogy dolgozatom önálló munkám eredménye, saját szellemi termékem, abban a hivatkozások és idézések általános szabályait következetesen alkalmaztam, mások által írt részeket a megfelelő idézés nélkül nem használtam fel.

Szeged, 2009. május 13.

.....
a hallgató aláírása