

### Az űrrepülőgép hírközlő rendszere

TÖLGYESI LÁSZLÓ  
BHG

20 évvel Gagarin űrutazása után, 1981. április 12. és 14. között, kétfőnyi legénységgel a fedélzetén tette meg első útját a világ első többször is felhasználható űrjárműve. Az űrrepülőgép fejlesztését 1972-ben kezdték meg, s a tervek szerint a jövőben átveszi az űrhajózás eddigi 22 éve során kizárólagosan használt „egylövetű” rakéták szerepének jelentős részét: tudományos műholdak, embert szállító űrhajók pályára juttatása stb. Az űrrepülőgép egyedülálló jármű, mert úgy startol, mint egy rakéta, úgy manőverezik a Földtől legfeljebb 960 km-re levő pályáján, mint egy űrhajó és úgy landol, mint egy sikló repülőgép. Egy deltaszárnyú orbiterből, egy 47 m hosszú külső üzemanyag tartályból és két indítórakétából áll. Ezek teljes súlya 2000 tonna körül van. Az orbiter űrjármű 37,2 m hosszú, 68 tonna súlyú, az eddig repült legnagyobb személyszállító űrjármű. A rakománytere 18,3 m hosszú, 4,6 m átmérőjű és 29,5 tonnát képes pályára juttatni. A rakománya lehet személyzettel ellátott űrlaboratórium, Föld körüli pályára szánt műhold, vagy bolygóközi űrutazásra induló űrjármű.

A két szilárd segéd rakéta a start után körülbelül 45 km magasságban leválik, ezeket később újra felhasználják. A hatalmas folyékony üzemanyag tartály is leválik, de ezt nem használják fel újra. A NASA jelenleg négy járművesre tervezett flottájának mind-egyikét több, mint 100 alkalommal lehet újrafelhasználni. Személyzete legfeljebb 7 fő lehet. A tipikus bevetési időtartam 7 és 30 nap között lesz.

Föld körüli pályáján végzett munkája befejeztével az űrrepülőgép manőverező rakétái begyűjtanak és letérik a pályáról.

A stabilizálást másik rakéták végzik, ezek segítenek a visszaérkezés korai szakaszában. Visszatérés során 1650 °C hőmérsékletnek kell ellenállnia. Ezután az űrhajósok irányítják a járművet, lefékezik 320 km/h-nál alig nagyobb sebességre, hogy siklórepülésben szállhasson le. Néhány hetes felújítási munka után a jármű új bevetésre kész.

Ismerkedjünk most meg az űrjármű hírközlő rendszerével.

#### Az orbiter adat- és hírközlő rendszere

Az orbiter rendszerei rádiófrekvenciás rendszerekből, általános célú számítógép rendszerekből, a rakomány és a rádiófrekvenciás rendszerek közötti illesztésre szolgáló speciális processzorokból, egy tévérendszerből és magnetofon rendszerekből állnak.

A földi kísérő rendszereket a Földi Űrkövető és Adathálózat (GSTDN), a Bevetésirányító Központ (MCC) és a Rakományműveleteket irányító Központok (POCC-k) alkotják. A 80-as évek közepére, amikor üzemszerűen fognak járni az űrrepülőgépek egy Követő és Adatközzvetítő Műholdrendszer (TDRSS) is segíti majd az orbiter adat- és hírközlését.

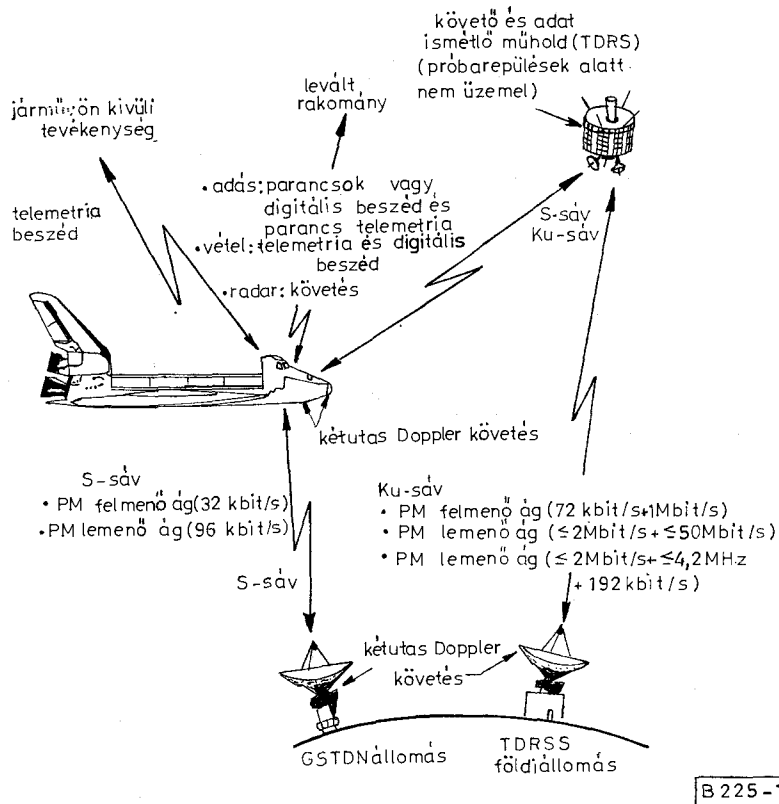
#### Az orbiter rádiófrekvenciás rendszerei

Az orbiter RF rendszerei és adatátviteli szolgáltatásai között található egy S-sávi fázismodulációs (PM) adó-vevő, egy Ku-sávi adó-vevő, két független S-sávi FM adó, egy S-sávi rakomány lekérdező adó-vevő és egy Ku-sávi radar.

Az S-sávi PM adó-vevők a felmenő ági vivővel zárt fázisban dolgoznak. A rendszer a két frekvencia csoport bármelyikével üzemelhet: Adófrekvencia 240/221-szer a vett frekvencia, oszcillátorfrekvencia 2287,5 vagy 2217,5 MHz; vevőfrekvenciák: 2106,406 300 vagy 2041,947 900 MHz. Az antenna-rendszer négy választható körsugárzó antennából áll, az orbiter minden negyedében található egy-egy. A rendszer egyik módusa a földi követő rendszerrel kompatibilis, a másik a műholdas követő rendszerrel.

Az S-sávi PM adó 96 és 192 kbit/s sebességű real-time üzemeltetési adatokat kezelhet. Az alacsonyabb érték egy 64 kbit/s-os telemetriás és egy 32 kbit/s digitális beszédcsatornát tartalmaz, a nagyobb adatátviteli sebesség 128 kbit/s-os telemetriás és két, 32 kbit/s-os digitális beszédcsatornából adódik össze.

Az S-sávi PM vevő által vett adatok sebessége 32 vagy 72 kbit/s lehet. A 32 kbit/s csatornkapacitás egy 8 kbit/s parancs és egy 24 kbit/s csatornából



1. ábra. Az orbiter rádiófrekvenciás rendszerei

tevédik össze; a 72 kbit/s egy 8 kbit/s parancs és két 32 kbit/s beszédcsatornából áll. Ez az S-sávi PM rendszer a bevetés minden szakaszán használható. A Ku-sávi rendszer, melyet majd a próbarepülések befejezése után állítanak üzembe, duplex hírközlést biztosít az orbiter és az MCC között a követő műholdon keresztül, amikor antenna átlátás van és a műholdrendszer is működik.

A próbarepülések későbbi szakaszában próbálják ki a rakomány lekérdező S-sávi adó-vevőt, amely 2 kbit/s sebességgel, az orbiterről levált rakománnyal tartja a kapcsolatot. Az S-sávi FM adó egy szélsávú adatsatornát biztosít az orbiterről a földiállomás felé.

#### Az orbiter illesztése az RF rendszerekhez

Az orbiter adatfeldolgozó rendszere egy sor speciális célú processzor segítségével csatlakozik az RF rendszerekhez: a PCM főegység, a hálózati jelfeldolgozó, Ku-sávi jelfeldolgozó valamint az FM jelfeldolgozó processzorok.

A PCM főegység a kapcsolódó vagy levált rakománytól, az orbitertől, az általános célú számítógépektől kap adatokat és telemetriás műveleti kimeneteket szolgáltat 64 és 128 kbit/s adatsebességgel.

A hálózati jelfeldolgozó processzor fogadja a 64 és 128 kbit/s műveleti adatokat a PCM főegységből, valamint az analóg beszédjeleket a hangfrekvenciás rendszerből. A beszédhangot digitalizálja és multiplexeli a telemetria műveleti adatokkal és az S-sávi PM adóhoz, az adatrögzítő rendszerhez és a Ku-sávi jelfeldolgozó processzorhoz továbbítja.

Az orbiter RF rendszerén keresztül érkező parancs

és beszéd adatokat a hálózati jelfeldolgozó processzor demultiplexeli. A beszédatokat analóg formába konvertálja és a megfelelő alrendszerbe irányítja, a parancs adatokat az orbiter számítógépeire továbbítja.

A Ku-sávi jelfeldolgozó processzort a próbarepülések befejezése után állítják üzembe, és akkor a hálózati jelfeldolgozó processzorból, a kapcsolódó vagy levált rakománytól, a televíziós rendszertől és az adatrögzítő rendszerből kap majd adatokat.

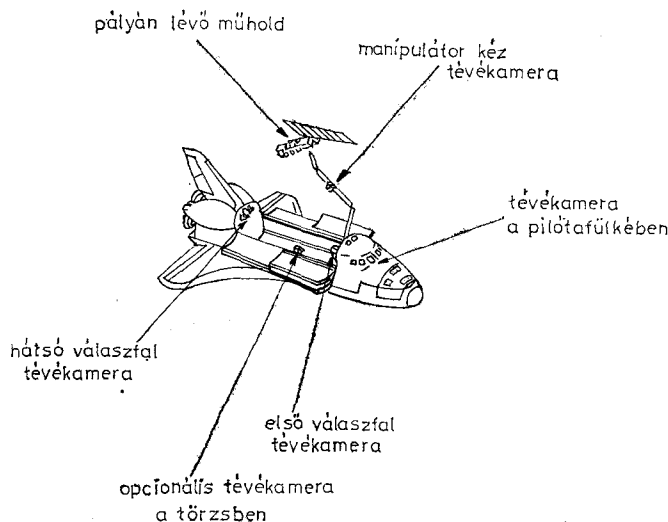
Az FM jelfeldolgozó processzor adatforrásai az adatrögzítő rendszer, a televíziós rendszer, a hajtómű és a rakomány. Ez a processzor választja ki azt a forrást, amelynek jelét az S-sávi FM adó továbbítja.

#### Adatrögzítő és visszajátszó rendszerek

Az üzemi műszerek közé tartozik két darab, egyenként 80 perces kapacitású 14 sávú magnó, 15 és 305 cm/s értékek között 14 lépésben változtatható szalagsebességgel. A bevetések során egy-egy alkalommal csak négy lépcsőt használnak. Van egy további magnó a rakomány számára. A kísérleti repülések idején további három, egyenként 28 csatornás magnót is használnak.

#### Televíziós rendszer

A pályaműveletek során egy zártláncú tévérendszert használnak, egyrészt a legénység kabinon belüli tevékenységéhez, másrészt a külső megfigyelések számára. A fedélzeti tévérendszer videokapcsolója 10 kamera képét tudja fogadni. A különböző kamerák jeleit S-sávi FM-mel vagy Ku-sávon lehet a Földre



B 225 - 2

2. ábra. Az orbiter tévékamerái

továbbítani, de rákapcsolhatók a két fedélzeti konzol monitorra is. Az űrrepülőgép szabványos televíziós rendszere cserélhető objektívekkel ellátott fekete-fehér kamerákat alkalmaz.

#### Teleprinter

A teleprinter a Bevetésirányító Központ (MCC) által előállított és az egyik S-sávi beszédcsatornán továbbított adatokból 210×279 mm-es formátumokat nyomtat.

#### Követő és hírközlő hálózat

##### Földi Űrköveió és Adathálózat

Az összes GSTDN állomások tevékenységének központja a Goddard Űrrepülési Központ hírközlő központja. Több, mint 3 millió kilométernyi áramkör köti össze a NASA Hírközlő Hálózat (NASCOM) 13 távoli állomását egymással és kapcsolja össze az űrrepülőgépet a Johnson Űrközpont bevetésirányító központjával.

Ezt a hírközlő hálózatot telefon, mikrohullámú összeköttetések, rádió, tengeralatti kábel és műholdak alkotják. Ezek a különböző rendszerek 11 országon keresztül, 20 nemzetközi és belföldi vívón továbbítják az adatfolyamot, hogy a követő állomások és a Johnson Űrrepülési Központ és a Goddard Űrrepülési Központ Bevetésirányító Központjai között szükséges információforgalmat biztosítsák. Szükség szerint speciális szélessávú és video áramköröket is alkalmaznak. A Goddard Űrrepülési Központ rendelkezik a jelenleg létező legnagyobb szélessávú rendszerrel.

#### SCAMA

Az állomások konferencia és figyelő rendszerével (SCAMA) 370 különböző — USA és külföldi — résztvevő kapcsolódhat szimplex „konferenciába” néhány gombnyomás segítségével. A rendszer redundanciája 99,6%-os megbízhatósági rekordot eredményez.

#### Számítógépek

Az egész Földet behálózó GSTDN rendszer berendezései között 126 digitális számítógép is található, a különböző állomásokra telepítve. A távoli állomásokon levő számítógépek vezérlik a követőantennákat, kezelik a parancsokat és feldolgozzák a Johnson és Goddard irányítóközpontokhoz továbbítandó adatokat.

Az űrrepülőgépről jövő, a Föld bármely részén levő követő állomáson vett adatokat a Goddard Űrközpontban levő Univac 494-es fővezérlő számítógépekbe töltik, ahonnan átformálás után egy speciális szélessávú (1.5 Mbit/s) áramkörön a belső műholdas rendszeren keresztül késleltetés nélkül a Johnson Űrközpontba jutnak. Az itt előállított parancsokat a Goddard Űrközpont fővezérlő számítógépei továbbítják a megfelelő követő állomáshoz, amely az űrrepülőgép felé adja azokat. A Goddardban levő fővezérlő számítógépeket Univac 3760 végegységekkel erősítették meg, ezáltal a kapcsolási vagy áteresztési kapacitása a tízszeresére növekedett annál, mint ami az Apollo programnál volt.

#### Bevetésirányító Központ Rendszer

A Johnson Űrközpontban levő Bevetésirányító Központ az űrrepülőgép repülési műveleteinek központi vezérlő pontja. Az MCC a számítógépkomplexumot, a repülésirányító termeket és a körülöttük levő kiszolgáló termeket foglalja magába. Az MCC számítógépkomplexuma funkcionálisan három rendszerre osztható:

- hírközlő illesztő rendszer,
- az űrrepülőgép adatfeldolgozó komplexuma,
- a display vezérlő rendszer.

#### Hírközlő illesztő rendszer

A hírközlési illesztő rendszer széleskörű hajlékonyságot biztosít az MCC számára: kombinált faksimile, beszéd, távgépiró, video kapcsolótábla; mindegyikük

programozható. Valós idejű és késleltetett adatok egyaránt érkeznek az MCC-be a különböző helyszínekről és különböző helyekre kell ilyeneket az MCC-ből küldeni is. A hírközlési illesztő rendszer számítógépek segítségével formálja és tömöríti a kimenő adatokat és megfelelően irányítja őket; a bejövő adatokat újraformálja és dekódolja, és a megfelelő számítógéphez továbbítja azokat. A levegő–föld beszéd-kapcsolatot és az MCC belső hírközlő rendszerét szintén ez a rendszer kezeli és irányítja.

#### Parancsok

Az orbiterre, vagy az orbiteren keresztül a rakományra menő parancsok mind az MCC közvetlen irányítása alatt állnak. Kétféle orbiter parancs van: bufferelt (kétlépéses) és nem bufferelt (egylépéses). Az egylépéses parancsokat rögtön végrehajtják, amint azok megérkeztek az orbiter fedélzetére. A kétlépcsős parancsokat először az orbiter számítógéprendszerében egy bufferba töltik, majd az MCC-ből távmérés és ellenőrzés után megküldik a parancs második lépését, a „végrehajtást”. Minden kritikus űrközlekedési és rakomány parancs kétlépéses.

#### Követés

A kétutas Doppler követés számításaihoz az orbiter S-sávi rendszere szolgál. Az S-sávi FM átjátszó kiszugározza a vett S-sávi jeleket. A követőállomás kigyűjti a követési adatokat és koordinátákat, majd az MCC-be továbbítja azokat. Az MCC összeveti ezeket az orbiterről közvetlenül, telemetriával kapott adatokkal és kiszámítja a navigációs állapot vektorokat.

#### Az űrrepülőgép adatfeldolgozó komplexuma

Az űrrepülőgép adatfeldolgozó komplexuma a hírközlési, parancs, pályagörbe és telemetriás adatokat dolgozza fel. A rendszer három processzora közül bevetéskor egyet használ „bevetési processzorként”, a kritikus idejű számításokhoz.

A második processzor dinamikus tartalék (bemenetek élnek, a számításokat elvégzi, de a kimenetei tiltva vannak), a harmadik pedig háttérként szolgál. Ez az elrendezés 50 órás folyamatos üzemnél 99,95%-os megbízhatóságot biztosít.

Az űrrepülőgép adatfeldolgozó komplexuma a feladatainak megfelelően négy fő programot használ: pályagörbe, telemetria, parancsfeldolgozás és hálózati hírközlés.

Az alkalmazott berendezések három darab IBM 370/168–1 számítógép. Ezek a gépek másodpercenként 3 millió utasítást képesek végrehajtani.

#### Display vezérlő rendszer

A display vezérlő rendszer a számítógéppel feldolgozott információk és az adatok megjelenítése között teremt kapcsolatot. A rendszer a konzol operátor számára lehetővé teszi az adatkérést és a megjelenítési mód meghatározását. A legtöbb adat hozzáférhető a digitális televíziós rendszeren, amely a vezérlő rendszer legtöbb berendezését összeköti egymással.

#### Négy próbarepülés

Az üzemszerű forgalomba állás előtt az űrrepülőgép négy próbarepülést végeznek, egyre növekvő terheléssel. A négy repülés során 1100 vizsgálatot végeznek, néhány példa ezek közül:

- Az első repülés 54 óráig tartott. A második négy napos, az utolsó kettő pedig 7-7 napos lesz.
- Az első három repülés során visszatéréskor a gép 40 fokos szögben éri el az orrával a légkört. A negyedik alkalommal 28–38 fok közötti értékre csökkentik le ezt a szöveget, így megnövelve a felmelegedést és a terhelést a jármű orrán.
- Az első repüléskor a jármű főleg a rendszer működését figyelő mérőműszereket szállított. A második repüléskor már tudományos műszereket visz, valamint kísérleteket végez az „űrkézzel”. Az űrkész egy 15 méter hosszúságú műszer, váll, könyök és csukló ízületekkel és egy „marokkal” ellátva, amellyel megragadhatja a raktérben levő műholdat és kiemelheti onnan. A harmadik próbarepülésen az űrkész már ténylegesen kiemel egy terhet a raktérből, majd visszahelyezi újra.

A jármű mintegy 3500 érzékelőt visz majd magával, többek között mikrofonokat, feszültségérzékelőket, mérőfejeket a sebesség, nyomás, hőmérséklet, zajok, a rendszerből kiáramló gázok, valamint a repülőgéptörzs nyikorgásainak és meggörbüléseinek mérésére. Még a felszállás során lerázódó apró porreszecskeket is műszerekkel követik, mert ezek is zavarhatják a teleszkópos és műszeres megfigyelést, amint a raktérben körbelebegnek.

A négy próbarepülés befejezése után az űrrepülőgép üzemszerűen az ügyfelek rendelkezésére fog állni, hogy műholdakat, kutatólaboratóriumokat és egyéb berendezéseket juttasson az űrbe.

*Rövid ismertetésünket a Telecommunication Journal 1981. évi júniusi számának Ideas and Achievements című rovatában állítottuk össze.*

**Lapunk példányonként megvásárolható:**

**az V., Váci utca 10. és**

**az V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti  
hírlapboltokban**