

# MERRE TOVÁBB MŰHOLDAS NAVIGÁCIÓ?

Urbán István százados

Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem

## 1. ELSŐ GENERÁCIÓS MŰHOLDNAVIGÁCIÓS RENDSZEREK

A fejlett űrkatatási, illetve űrtevékenységet folytató országok, elsősorban az USA és a volt Szovjetunió olyan műholdrendszereket fejlesztettek ki, amelyek segítségével meghatározható a repülőgépek, hajók és egyéb földi járművek mindenkori földrajzi helyzete.

A Föld első mesterséges kísérője a Szputnyik, 1957 őszén történt felbocsajtása óta több ezer műholdat állítottak földkörüli pályára. Természetesen itt is meg kell említeni, hogy elsősorban katonai célokra alkalmazták őket, majd a szerzett tapasztalatokat bizonyos vonatkozásban átengedték polgári felhasználásra is. Elsőként az USA-ban kifejlesztett "Transit" műholdrendszert kell megemlíteni, amely nélkül a későbbi ismertetésre kerülő NAVSTAR sohasem valósulhatott volna meg.

A Transit vagy más néven NNSS (Navy Navigation Satellite System) rendszert 1957-ben F.T. McClure dolgozta ki abból a célból, hogy az USA haditengerészete a nyílt tengeren is pontosan tájékozódhasson.

A működő műholdak nominális pályamagassága 1100 kilométer, és a rendszer ellenőrzését, valamint fenntartását négy földi követőállomás biztosítja. A rendelkezésre álló információk szerint az NNSS rendszer amely mérési elve szerint Doppler rendszerként ismeretes. A NNSS-nek 12 műholdja van megfelelő pályára állítva amelyből öt tartalék.

Technikai színvonalukra jellemző, hogy a legutóbb kivont OSCAR 13-as műhold 21 évig üzemelt. a viszonylag alacsony pályamagasság miatt a holdak pozíció-előrejelzésében problémát jelent a légkör fékező hatása és a napfolt tevékenység. a pályamódosításokat gyorsulásmérők és kisteljesítményű helyzetszabályozó hajtóművekkel biztosítják. A mérésre felhasznált frekvencia viszonylag alacsony: 150 és 400 MHz, a kisugárzott teljesítmény 2-5 Watt a műhold típusától függően. A felhasználók száma nincs korlátozva, a legutóbbi (1996-os) felmérések szerint már több mint 80.000 katonai és polgári berendezést adtak el.

Összegezve megállapítható, hogy a rendszer tengerészeti (vizijárművek) felhasználók igénye volt képes csak maradéktalanul kielégíteni (egy óra alatt csak 1-2 alkalom adódik egy fix pont meghatározására) de már működési elvében valamint a pozíciókijelzés módjában hosszú ideig korszerű módszereket tartalmazott.

A volt Szovjetunió is kiépítette a maga katonai műhold-navigációs rendszerének első generációját az ún. "Chichada" műholdakkal. Ezeket a műholdakat 1967-ben bocsátották fel a követelményeknek megfelelő pályákra. az akkori nemzetközi helyzet nem tette lehetővé a pontos adatok közzétételét, és csak annyit tudunk róla, hogy a teljes rendszer 12 "Cosmos" műholdat tartalmaz, a használatos frekvenciák pedig 150 illetve 400 MHz. Az előbbi a pályaelemekre vonatkozó modulációval rendelkezik, az utóbbi pedig sima hordozóhullám.[1]

## **2. MÁSODIK GENERÁCIÓS MŰHOLDNAVIGÁCIÓS RENDSZEREK**

### **2.1. Globális helyzet-meghatározó rendszer (Global Positioning System-GPS)**

Az Egyesült Államokban az 1970-es évek eleje óta foglalkoznak egy NAVSTAR (Navigation Satellite System), illetve GPS (Global Positioning System) elnevezésű globális, az egész földet átfogó navigációs rendszer kifejlesztésével. A szakemberek ebben látják a századforduló, illetve a következő néhány évtized olyan nagypontosságú

navigációs rendszerét, amely alkalmas háromdimenziós helymeghatározásra, sebességmérésre és időmeghatározásra, mind a Föld felszínén, mind az űrben (térben), bármilyen időjárási körülmények között.

A GPS csúcstechnológiai szinten automatizált mérési és informatikai rendszer, amely nagyságrendekkel pontosabb, gyorsabb és gazdaságosabb, mint a korábbi és még meglévő rendszerek. A közeljövőben várható a GPS technika széleskörű elterjedése és tömeges alkalmazása. A következő fejezetekben elsősorban a repülésben, pontosabban a léginnavigációban betöltött szerepét tárgyaljuk.

A GPS globális műholdrendszert a DoD (az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma) javaslatára az Egyesült Államok kormánya fejleszti a Közlekedési Minisztérium, a NASA, NATO US Airforce, US. Nawy, katonai térképészet (DMA), geodéziai szolgálat és Ausztrália bevonásával. A felsoroltakból rögtön látható, hogy a rendszer kidolgozását elsősorban katonai szempontok figyelembevételével kezdeményezték, de időközben a helyzet úgy módosult, hogy bizonyos paraméterek polgári felhasználásra is nagy pontossággal felhasználhatók.

- űrszegmens
- Vezérlő és követő szegmens
- Felhasználói szegmens

### 2.1.1. Űrszegmens (szakasz)

Az űrben pályára állított NAVSTAR elnevezésű mesterséges holdak szinkron időjeleket, saját pályájuk adatait és egyéb kiegészítő információkat sugároznak két hordozó frekvencián. A teljes kiépítettség stádiumában a rendszer 24 db műholdból áll (belsőként a tartalék műholdakat is), és hat egyenletesen elosztott pályasíkból keringenek a Föld körül (5.1. ábra). A keringési pálya magassága kb. 20.000 kilométer, egymáshoz viszonyított pályasíkjuk pedig 55 fokos szöveget zár be.

Meg kell, hogy említsük, hogy a GPS-rendszer fő felhasználója az USAF olyan vevőberendezéseket fejlesztett ki, amely 10 (tíz!) méteres helyzet-meghatározási pontosságot képes produkálni - mindezt 3 D-ben, - 1988 óta.

A fent említett rendszer egyszerre 5 műhold jelét képes venni.

E pontosság műszeres meteorológiai körülmények között, a megközelítési eljárások során már jónak mondható.

Sajnos ezt a pontosságot a polgári felhasználók nem tudják elérni. Ezért folynak olyan kísérletek, amelyek azt célozzák, hogy hasonló pontosságot érhesse el az USAF kódjával, berendezésével nem rendelkezők is. Ezen kísérletek még napjainkban is folynak. Várható eredményük az lesz, hogy ún. precíziós leszállító rendszerként is alkalmazható lesz a rendszer.

## **2.2. A differenciális GPS technika**

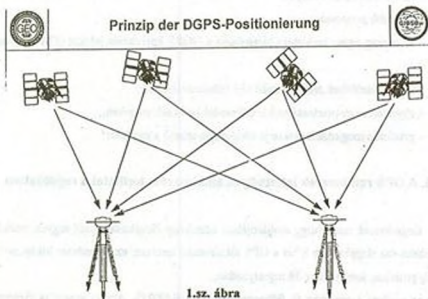
Ebben az üzemmódban a vevőkészülék saját pozícióját egy fixen, bemért koordinátájú helyen telepített bázisállomás korrekciós adatainak figyelembe vételével határozza meg.

Az ismert koordinátájú bázisállomás valós időben (real time) veszi a NAVSTAR műholdak jeleit és egy korrekciós jelsorozatot küld rádiócsatorna felhasználásával a mozgó objektumon elhelyezett GPS vevőkészülékeknek.

Egy adott területen belül a differenciális navigáció pontossága jelentősen jobb lehet, mint az abszolút navigációban. Ennek oka az, hogy a hibák többsége mind a két módszernél azonosak és így kiküszöbölhetőek. Az elérhető pontosság 1.. 5 m közötti.

A gyakorlati tapasztalatok alapján a felhasználónak célszerű egy a bázisállomás, mint centrum köré rajzolt kb. 250 NM/460 km sugarú körön belül maradni a pontosság érdekében. E kritérium hazánk földrajzi terjedelmét figyelembe véve könnyen teljesül. Jelentős egyszerűsítést jelentene, ha a korrekciós jeleket sugárzó rendszert a már

üzemelő FM műsorszóró sávban üzemeltetnék. A DGPS-rendszer működését a 1.sz. ábra szemlélteti.



**A differenciális GPS/DGPS/ technika elve**

**A repülőgép fedélzetén telepítendő berendezések:**

- GPS vevő DGPS-re előkészítve;
- 1 m felbontású barometrikus vagy rádiomagasság-mérő (napjainkban már számos

GPS-vevő tudja ezt biztosítani!);

- VHF adatátviteli rádió-berendezés.

**A földön telepítendő berendezések:**

- VHF adatátviteli rádió-berendezés;
- (korrekciós adatok, barometrikus adatok, DGPS korrekciós jelek képzéséhez)
- intelligens, vezérlő egység;
- (a kommunikációt vezérli a földi berendezés és a repülőgép, illetve a számítógép felé);

- PC alapú számítógép rendszer.

**A DGP-rendszer előnyei:**

- nagyobb pontosság;
- az ország egész területére biztosítaná a DGPS korrekciós jeleket (FM sáv, vagy

a

GSM készülékek által használt sáv felhasználásával);

- egyetlen nagy pontosságú bázisállomást kell csak telepíteni;
- precíziós megközelítésekre is alkalmassá tehető a rendszer.

### **2.3. A GPS rendszerek lehetséges alkalmazási területei a repülésben**

Engedtesék meg, hogy előlírójában némiképp illogikusan arról tegyek említést, ami a józan ész alapján nem lehet a GPS alkalmazási területe: ez a rendszer kikapcsolása bármely politikai, katonai konfliktushelyzetben.

Ebben az esetben a rendszer fő felhasználója (az USAF/US. Army) magát is kizárná a rendszer felhasználásából.

A fentiekre a legjobb példa az Öböl-háború.

Ennek során nemhogy kikapcsolták volna a rendszert, hanem épp ellenkezőleg: még az S/A hozzáférést is feloldották. Ennek talán az volt az oka, hogy a különböző alegységek egyszerűbb, olcsóbb vevőkészülékekkel is nagy helyzet-meghatározási pontosságot érjenek el.

#### **2.3.1. Alkalmazás a légi kutató-mentő szolgálatban**

A kutató - mentő szolgálatban alapkövetelményként lehet elfogadni az alábbiakat:

- pontos koordináta ismeret a bajbajutottról;
- gyors felderítés

**Első módszer:** A GPS technika a S/A kódú vevők alkalmazásával  $\pm 100$  m pontatlansággal elegendő információt ad a bajbajutott megkeresésére. Nyilvánvaló, hogy

a GPS által meghatározott koordináták egy adott frekvencián kisugárzásáról van szó. Ez elvileg kétféle módon érhető el, vagy automatikusan vagy kézi indítás által. A második módszernek már eleve jócskán vannak hátrányai működéséből fakadóan. Véleményem szerint az igazán hatásos módszer az automatikus működésben rejlik.

A segélyjeladó bekapcsolása gyorsulása érzékelése alapján (akár a pozitív, akár a negatív gyorsulásnak kell indítania) inicializálja a GPS készüléket és az ehhez szervesen kapcsolódó intelligens modem egységet.

Ez utóbbi feladata a rádióadó berendezés vezérlése az erre a feladatra dedikált rádiócsatornán.

**Második módszer.** egyszerre valósítaná meg a két alapvető követelményt. A gyors felderítést segítené már a repülés alatt történő folyamatos felderítés azaz a pozíció, sebesség, magasság adatok rádiócsatornán keresztül történő beküldése az irányítási helyre. Baleset esetén az irányításnak már megközelítőleg pontos adatai lehetnének a baleset koordinátáiról. A mentő egységeket nyilván a balesetet megelőző, még vett koordinátára kell navigálni, ahonnan már a finomkeresést lehetne velük a továbbiakban lefolytatni.

Talán ez az a szakterület, ahol a jövőben mind szélesebb körben alkalmazzák a GPS-vevőket.

