



Foto: Műsat

A Masat-1 sikere

1061 nap a világűrben

Jelen cikk szerzőjeregóta küzdött az első magyar műhold létrehozásáért. Erre 1983-ban nyugatnémet együttműködésben, Ariane hordozóval adódott a nagy lehetőség. A politika azonban nem engedte. Aztán 1986-ban a cseh-szlovákokkal, barterüzletben: minta a Magion műhold, ingyenes szovjet napelemek, akku, ingyenes start, 25 kg súly – 50 ezer forint hiányzott. 1992-ben: a kétszáz éves Műegyetem tiszteletére, 50 millió forintos költségvetéssel – egyetlen fillér támogatás sem érkezett. A Masat-1 projekt vezetőjeként most egy sikertörténet legfontosabb mozzanatairól számolok be.

2000-ben az egyesült államokbeli Robert Twiggs professzor dolgozta ki a **cubesatok** szabványát. A cél az egyetemek által megfizethető méretű műholdak létrehozása volt,

amelyek jól integrálhatók a mérnökoktatásba. A 10x10x10 centiméteres kocka előnyös alak, az egyes darabokat könnyen lehet egymás mellé-főlé rakni, ami a rakétában jó térkitöltést biztosít. Egyben az olcsóbb start lehetőségét is jelenti. 2005 körül már jól érzékelhető volt a kockák elsőpró sikere. Az első kudarcok után jöttek az eredmények.

A nagyból kicsi

2006-ban Európa is kezdett felzárkózni, jól működő kicsit állítottak pályára. Holland és német minták voltak elérhetőek. 2006 decemberében sikerült *Klaus Schilling* professzort a Műegyetemre hívni. Vele volt a minta, a „csalétek”, az *UWE-2*, a Würzburgi Egyetem kockája. A bemutató nagy sikerrel zárult. Profi mérnökök és egyetemi hallgatók népes csapata csodálta a kis szerkezetet.

Tanulva az előző kudarcokból fel kellett ismerni, hogy a kockát nem a nagy szakmai tudású mérnökökkel lehet/kell megvalósítani. Ezt nemcsak a pénz hiánya, a nagyobbról összeg előteremtésének nehézsége (munkabérek) indokolta, hanem maga a céliküszes is. Az egyetemi oktatást kellett segíteni.

2007 elején, az indulásnál 30-40 fős csapat állt össze azzal az elhatározással, hogy megcsinálják országunk első műholdját. A lelkesedés hatalmas volt – támogatás semmi. A Műegyetem, mint az előző próbálkozásoknál, most is biztosította a működési keretet, de „zabot” nem.

Segítség a szponzoroktól

Költségvetési támogatásra kicsi volt a remény. A versenyszférában és magánszemélyeknél kellett próbálkozni. Szerencsére akkor még működött a szakképzési hozzájárulás rendszere.

Természetesen tűnt a legdagdagabb magánszemélyek „megkönyvézése”, de ez sajnos nem vezetett eredményre. Viszont sok kis- és közepes vállalat adományozott. Magánszemélyek gyakran kétkézi munkával segítettek. A támogatások egy részét (pl. műszerek, számítógép, antennák) természetben kaptuk. A fejlesztés és az adományok szinkronban érkeztek. A nyolc-tíz fő aktív hallgató tevékenységét külső cégek munkája segítette. Így készült a műhold struktúrája, a napelemek oldallapokra ragasztása és valamennyi laboratóriumi tesztelés (rázás, termál-vákuum, RF-mérések). Ezeket egyetemi körülmények között nem lehetett megvalósítani.

A 2007-ben indult munkának – az első, fiatalos lendületnek és a terveknek megfelelően – fél év alatt eredményt, műholdat kellett volna produkálnia. A valóságban négy év kellett hozzá. A szponzorokat névbe emondhatjuk: ez volt hazánk első, döntő részben magántőkével megvalósított űrtechnológiai vállalkozása. Dolgozunk azon, hogy minél több kövess!

Mi kerüljön a fedélzetre?

Kis kocka – nagy eredmény. Nem volt vita, az alapvető céliküszes a fedélzetre kerülő egységek életben tartása volt. Napon és árnyékban, mindezt vákuumban. Több száz fejlesztési berendezés került már műholdfedélzetre. Csak így, együtt még nem. Némi egyezkedés után maradt a minimalizált cél: egy technológiai kísérlet megvalósítása. Energiát kell elő-



A Masat-1 a mérlegen, kevesebb, mint 1 kg



A Masat-1 az Antarktisz fotója utoljára

állítani (napelemek), tárolni (akkumulátor), a földi vezérlőállomással kétutas kapcsolatot tartani (telemetria-rendszer), a műhold helyzetét stabilizálni (aktív és passzív megoldás), és mindezeket egy számítógép üzemeltetésére, felügyeletére bízni.

Mint többször visszatérő „álom” szerepelt a tervek között egy egyszerű kamera elhelyezése is. Mindezekkel betartva az 1000 gramm súlyhatárt. A fejlesztés végén belekerült a kis kamera is.

A fedélzetén felhasznált alkatrészek úgynevezett polcról levett („off the shelf”) minőségűek voltak. Az űrminősítettek megfizethetetlen árkategóriákba estek. Maradt a sok-sok tesztelés, a hosszú idejű üzem, az „égetés”. Bevált.

A pályára juttatás

A legerősebb mozgatóerő a pályára juttatás volt (*Aeromagazin 2011/12–2012/1, 69. old.; 2012/4, 46–49. old.*). Ha a fejlesztők előtt nincs startadatum, csökken a felkészülés. Elsőnek egy indiai lehetőség kínálkozott. A problémát a 15 millió forintos start árának hiánya okozta.

Ennyi pénz nem volt előteremteni, de sikerült, megkaptuk. Egyesenes volt az út, nagy a remény mindaddig, amíg a startoltató – sorozatos rakétakudarcal után – le nem mondta. Megtorpanás – kedvesvesztés. Közben már a japánok és az amerikaiak rájöttek, hogy nem válik előnyükre, ha más országok egyetemi oktatását segítik azzal, az startlehetőséget biztosítanak számukra. Maradtak az oroszok. A jól bevált Szozjuz hordozórakéta „mindent” felvisz, csak legyen, aki fizesse. Az árak pedig kétszáz emelkedtek.

A 2011-es év start szempontjából szerencsés volt, 46-án év csúszás után befejezés előtt állt a **Vega-1**, az első ESA-fejlesztésű alacsony Föld körüli pályára (LEO) optimalizált hordozórakéta.

Szerencsés volt, mert annak ellenére, hogy nem voltunk ESA-tagok, ingyen helyet kaptunk a Vega-1 fedélzetén. Mellettünk még olasz, francia, román, spanyol és lengyel kicsik helyezkedtek el. Nagy hajtás volt az év vége, de megérté. 2012. február 13-án Földünk köré került a Masat-1, hazánk első műholdja.

A pálya magassága három év körüli élettartamot ígért. Ez majdnem teljesült az 1061 napos élettartammal. Nem vált űrsemzette.

A földi állomás

A földi állomás éppen olyan fontos, mint az égi rész. Az antennák elhelyezése szempontjából a Műegyetem E épületének tetete látszott a legjobbnak. Az ott lévő, az Interkozmosz-programokat idéző szovjet lo-kátor maradványai felüljéva kiváló alpnak bizonyultak. A vevőberendezéseket, számítógépeket magában foglaló helyiséget induláskor a Mérnöktovábbképző Intézetből kaptuk. Közel egyéves üzem után, szponzori segítséggel sikerült az épület liftházában önálló helyiséget kialakítanunk. Ez már oktatásra, bemutatók tartására is alkalmas volt. További műszaki fejlesztés eredménye volt a teljesen automatizált fejlődőlomás, amely a műhold vezérlő funkciót is el tudta látni. Az adatok szerverbe kerültek, későbbi feldolgozásra összegyűjtve őket.

A Masat-1 alacsony pályája miatt szükség volt a Föld felületén szétszórva elhelyezkedő vevőállomásokra. Lelkes rádióamatőrök segítettek. Különösen nagy szükség volt erre a műhold pályára állása, illetve megsemmisülése során.

Összesen kétszáz körül volt az adatokat a szerverünkbe küldő rádióamatőrök száma. A közel hároméves üzemeltetés – az automatizált állomás ellenére – jelentős emberi aktivitást kívánt. A fejlesztők tekintélyes része ezt nehezen vette tudomásul.

Eredmények

A siker több fokozatból állt. Siker, ha időre elkészül, pályára áll, megszólal, adatokat szolgáltat, bizonyítja a tervezés helyességét. Mindez egy kivétellel teljesült. A műhold helyzetét beállító aktív rendszer, amelynek működésére az antenna és a kamera irányítótközgá miatt lett volna szükség, nem működött. A pörgést lassító, nagy hiszterézisvesztésű anyagból és egy állandó mágnesből álló passzív rendszer jól működött. A Föld mágneses tere és a beépített mágnes egymásra hatása definiálta a műhold Földhöz viszonyított helyzetét. Ez sajnos csak a déli félteke fényképezését tette lehetővé.

A fedélzetről érkező nagy tömegű adat feldolgozása hosszabb időt vett igénybe. A több száz fénykép segített a műhold helyzetét azonosítani, egyen biztosította a saját érdeklődésének fenntartását.

Összességében a Masat-1 az előzetes tervezésnek megfelelően működött. Sok hasznos adatot szolgáltatott további műholdkonstrukciókhoz. Kinevelt egy űrtechnológiában az átlagosnál magasabb szakmai szinten álló fiatal mérnökgyárdat, amire ESA-tagságunk létrejötte után nagy szükség lesz. Utat mutatott az oktatás színvonalának emelésében.

Meg kell említeni a rendkívül pozitív társadalmi fogadtatást s a széles körű média-érdeklődést, amely végigkísérte a missziót.

Hogyan tovább?

Két, egymással párhuzamos irányban indul a fejlesztés. Az egyik, amely a cubesat-konstrukciók alapján készült, a Masat-2 nevet viseli. Az eddig publikáltak alapján fedélzetre nagyobb kamera és módosított helyzetstabilizáló rendszer kerül. A nagyobb kamerához nagyobb sebességű telemetria-rendszer tartozik. Fedélzetén helyezkedik el egy, a kozmikus háttérsugárzást mérő eszköz is. A további lehetőségek a cikk írásakor még nyitottak. További részletek a cubesat.bme.hu oldalon olvashatók.

A Smog-1 (munkanevén Zsebi) kis kocka mérete 5x5x5 centiméter (*Aeromagazin 2014/12–2015/1, 65. old.*). A szokásos műholdplatform-építőelemek mellett (energiaellátás, kétutas telemetria, számítógép, pörgésslassítás) két mérőműszert is visz a fedélzetén. Az egyik a Földünk körülvevő elektroszmogot vizsgálja, a másik a kozmikus háttérsugárzástól küld adatokat. A kis méret kisebb start- és megvalósítási költséget jelent. Létrehozásának időtartama, annak ellenére, hogy a konstrukció nagy szakmai kihívás, rövidebb lehet, mint a Masat-1 esetében. A Smog-1-gyel azonos méretű műhold még nem működik a világűrben. Megvalósítása egyetemi hallgatókkal szoros együttműködésben történik. Részletek a http://gnd.bme.hu/smog1.php oldalon olvashatók.

Dr. Gschwindt András, a Masat-1 és a Smog-1 projekt vezetője