



Fotó: BYE

Így készült a legújabb magyar műhold

Startra vár a SMOG-1

Könnyű érzékelnünk a környezetünkben az ember keltette szennyezés fajtáit: a víz, a levegő, a termőföld mutatja kártevésünket. Mindezeket már a világűrben is láthatjuk. A Föld-megfigyelő műholdak képei széles spektrumban tájékoztatnak bennünket az aktuális állapotról.

A cikk szerzőjében az 1980-as években ébredt a kíváncsiság: vajon mi történik a földi, nagy teljesítményű rádió- és tévéadók jeleivel, amelyek kijutnak a világűrbe? Ezek a jelek a hidegháború részeként keringtek Földünk körül, és ott semmi nem volt ezekből érzékelhető. Döbbenetes volt olvasni, hogy az Ausztráliában sugárzó tévéadó jeleit a Holdról reflektálódva Európában is ki lehetett mutatni. A kérdés úgy fogalmazódott meg: milyen, ember keltette jelek jutnak ki a Földről a világűrbe, és hogyan lehetne ezt bizonyítani? Kapóra jött, hogy az AO-40-es rádióamatőr műholdon volt szabad hely és energia. Az akkor legizgalmasabb sáv a 3 MHz-től 30 MHz-ig terjedő rövidhullám volt. Az antenna szerepét, amely a műhold egyik napelemszárnya alá került, egy 2,5 méteres bot töltötte be. A vevőkészülék adatai a telemetria-rendszeren

keresztül jutottak volna a Földre. Az AO-40-es startja 2000-ben sikeresen indult. Hamar kiderült, hogy éppen az a napelemtábla nem nyílt ki, amelyik mögött az antenna volt elhelyezve. A teljes kudarcot azonban a pályakorrekciókor bekövetkezett hajtóműrobbanás okozta. A műhold megsemmisült, s vele együtt a mérési reményünk is.

Közben gyorsan változott a világ. A hidegháború véget ért, a rövidhullámú tartomány elcsendesült. A 2006-ban indult első magyar műhold (Masat-1) fejlesztésének egyik lehetséges feladatának a tévéadók által világűrbe juttatott jelek mérését terveztem. A fejlesztők leszavazták, maradt a technológiai kísérlet, és tovább élt a kíváncsiság: tényleg, mi is jut ki a világűrbe ezekből az ember keltette jelekből?

ESA-tagságunkból még ma sem következik a hazai űrtechnológia-oktatás fejlesztésének központi, állami támogatása. Hosszabb időnek kell eltelnie, míg a „jó mérnökök” iránti igény kinyitja az érintett vállalatok zsebéit. Addig marad a reálisan elképzelhető, döntően magánzsebekre való támaszkodás. Ezen helyzet nem tette volna lehetővé a Masat-1-gyel azonos méretű műhold létrehozását. Így jöhetett Twiggs professzor költségcsökkentő ötlete, a PQ méretű pikoműhold (5x5x5 cm).

A kihívás kettős volt: technológiai és mérés-technikai. Talán az első a nehezebb, hiszen eddig egyetlen ilyen méretű műhold állt pályára (Wren), és semmi életjelet nem adott

magáról. A potenciális támogatóknak sem lehetett volna könnyen „eladni” egy olyan ötletet, amely a Masat-1 kicsinyített mása. A fedélzeti alkatrészek legnagyobb ellensége a világűrben érkező kozmikus sugárzás. Némi helyoptimalizálással sikerült elhelyezni egy totáldózis-mérőt, amelynek segítségével adatokat kapunk az alkatrészek világűrbeli viselkedéséről.

Az elektromágneses szennyezéssel kapcsolatos megérzéseinket igazolandó, a fedélzetre szánt mérési elrendezést meteorológiai ballonnal felreptettük 34 km magasra. A GPS-alapú hely- és magasságmeghatározás segített követni, majd megtalálni az ejtőernyővel visszaérkező műszert. Az eredmények igazolták várakozásunkat: bőven jut a világűr alsó részébe is a tévéadók által kiszugárzott jelekből. Mindez biztató alapot adott a továbblépéshez.

Twiggs professzor kocka műholdak létrehozására tett javaslatának alapvető célja a mérnökképzés színvonalának emelése, az űrtechnológia iránti érdeklődés fokozása volt. A Masat-1 is ezért készült egyetemi keretek között. Minden oktatási intézmény működésének szerves része, hogy a hallgatók tanulmányaikat befejezve elhagyják az iskolát, és újak jönnek helyükbe. Nagyon fontos, hogy legyen egy oktatói mag, amely képes az újakat tanítani, bevonni a fejlesztésekbe oly módon, hogy az űrtechnológiával kapcsolatos feladataik szorosan illeszkedjenek az oktatási rendbe. A hallgatók kettős sikerhez jutnak: egyetemi kreditpontot kaphatnak, és a műhold startja után a világűrben érkező adatok alapján követhetik konstrukciójuk működését. A magasabb szintű, duális jellegű űrtechnológiai oktatás a későbbiekben piacképesebbé teszi őket. Nemrég meg-

A SMOG-1 mérőműszerének ballontesztje



A SMOG-1 tervezőcsapata 2016-ban a Kutatók Éjszakáján



valósult ESA-tagságunk következtében nagy szükség lesz egyre több jól képzett mérnökre. A SMOG-1 fejlesztése és alkalmazásának tétele a világűrbeli működésre is a fenti módszerrel készül, lelkes hallgatók közreműködésével.

Kapcsolattartás a SMOG-1-gyel

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) E épületének teteje messze van az ideális zajmentes környezettől. Az első magyar műhold, a Masat-1 antenarendszere a közel négyéves üzem után felújításra szorult az egyetemi épület tetején. Teljesen új elrendezést valósítottunk meg. Nemcsak az antennát, hanem az azt mozgató mechanikát is ki kellett cserélni. A 4,5 méter átmérőjű parabola szélterhelését megtartó oszlop, hajtómű megvalósítási költsége eléri a műhold fejlesztésére fordított összeget. Az állomás működése teljesen automatizált, számítógép-vezérlésű, interneten keresztül távkezelhető. A Masat-1 végnapjainál jelentkező, vélhetően nagy teljesítményű, földi eredetű zavarok okozta vezérlési problémák kiküszöbölésére több mint tízszeresére növeltük a műholdra irányuló kisugárzott teljesítményt.

A földi állomás a 2017-es felújítása után feltehetően Európa egyik legkorszerűbb műhold-vezérlő állomása lett. Természetesen részévé vált az oktatásnak, a hallgatók élöben követhetik működését.

Sajnos nem sikerült meggyőzni az oktató-sért, kutatás-fejlesztésért felelős szervezetek a műegyetemi fejlesztések támogatásának fontosságáról. Nem működik az a gyakorlat sem, amely szerint a nagyobb tudású, speciális előképzettségű mérnököket váró, foglalkoztató cégek szinte kötelességüknek érzékelik az egyetemen folyó, kiemelt színvonalú oktatás támogatását. Meg kell említeni a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság támogatását, ahol a frekvencia-monitoringgal foglalkozó részleg élénk figyelemmel kíséri munkánkat. Szokatlan volt a hazai és külföldi magánszemélyektől érkező jelentős támogatás. A környezetszennyezés, annak eddig nem figyelt területének vizsgálata sok kis cég figyelmét is felkeltette. Szerencsénkre ezt a „zsebükbe nyúlással” is kifejezték. Az ESA keretein belül működő Föld-megfigyelési munkacsoport is elismerte, hogy egy teljesen új távérzékelési módszer bevezetésén dolgozunk. Sajnos hazánk nem tagja ennek a csoportnak. Ki kell emelni a Műegyetem Villamosmérnöki és In-

formatikai Karának támogatását, ami a pályára juttatás költségeinek fedezését jelenti.

A Masat-1 méretű (10x10x10 cm) kocka és annak többszöröse gyorsan elterjedt nemcsak a tanuló jellegű, hanem a professzionális műholdak világában is. Ennek hatására szabványos méretűk miatt pályára juttatásuk is egyszerűvé vált. A rövidebb élettartamra tervezetteket a Nemzetközi Űrállomásról is startoltathatják. Az utóbbi években több száz állt pályára. Nagyobb gond a kicsikkel van; 200 gramm körüli súlyukkal, 125 köbciméteres térfogatukkal, ahogy a startot bonyolítók mondják: nem képeznek kereskedelmi mennyiséget. Hosszas küzdelem után sikerült egy közvetett startlehetőséget találni. Ha minden a terveknek megfelelően alakul, 2019 végén vagy 2020 elején az olasz Unisat-7 műhold fedélzetén jut fel a SMOG-1 a világűrbe, majd egy kidobószerkezet segítségével hagyja el a fedélzetet és válik önálló műholddá. A tervek szerint a hordozórakéta a Szojuz-2.1v lesz. Az indítási hely valószínűleg az új orosz Vosztochnij űrrepülőtéren. A pálya 500-600 km-es magasságú, kör alakú, napszinkron.

Gschwindt András
a SMOG-1 projektvezetője

Az elsődleges földi vezérlőállomás antennája a műszaki egyetem E épületének tetején



Az AO-40-es műhold a szerelőcsarnokban

