

Műholdvevő állomás az ELTE Környezetfizikai Tanszékcsoportján

Dr. Ferencz Csaba^{1,2}, dr. Lichtenberger János³, Bognár Péter^{2,3},
Molnár Gábor³, Steinbach Péter², Timár Gábor³

¹ELTE Környezetfizikai Tanszékcsoport

²MTA Geoinformatikai és Űrtudományi Kutatócsoport

³ELTE Geofizikai Tanszék, Űrkutató Csoport

Bevezetés

Az ELTE lágymányosi Északi Tömbje – a Petőfi-hídhöz legközelebbi épülete – tetején néhány hónapja, 2002 késő ősze óta új parabolaantenna látható. Az antenna az ELTE Környezetfizikai Tanszékcsoportjának ún. napfizikai teraszán, az ELTE Térképtudományi Tanszéke által működtetett GPS bázisállomás közvetlen szomszédságában található, és segítségével lehetővé vált az 1–4 kilométer felbontású amerikai NOAA AVHRR és a kínai FengYun műholdak által készített űrfelvételek vétele. Az állomás kísérleti üzemmódban kisebb, 1,5 méteres parabolaantennával üzemelt (1. ábra). A nagyobb, 2,4 méteres vevő beüzemelése napjainkban is tart, ez elvben lehetővé teszi még a 250 méter felbontású MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) műholdak képeinek, illetve az Űrkutató Csoport által a BL Electronics-szal együttműködve, a műholdas SAS-műszer (*Signal Analyzer and Sampler*; Lichtenberger et al., 1991) bázisán továbbfejlesztett SAS2 jeleinek vételét is.

A műholdvevő üzembe állítása

Az ELTE Környezetfizikai Tanszékcsoportja keretében az Űrkutató Csoport az Oktatási Minisztérium kutatóhelyi műszerállomány fejlesztésére 2001-ben kiírt pályázatán 25,2 millió Ft-ot nyert el, 10,8 millió Ft saját ráfordítás mellett „kisfelbontású (NOAA AVHRR HRPT – *National Oceanic and Atmospheric Administration, Advanced Very High Resolution Radiometer, High Resolution Picture Transmission*) távérzékelési adatok és SAS-műszer adatok vételét biztosító műholdas vevőállomás beszerzésé”-re. Az összesen 36 millió Ft-os projekt befejezése a SAS adatok vételének biztosításával ugyan csak 2003 közepén esedékes, de a kisfelbontású (1–4 km fel-



1. ábra. Az antenna kísérleti üzeme a 1,5 méteres parabolaantennával

bontás) távérzékelési adatok vétele az állomás ezen részének, s egyben fő egységének a próbaüzemével 2002. október vége óta folyik.

Az állomás telepítésének célja kettős: egyrészt megoldja az ELTE-n, elsősorban az Űrkutató Csoportnál és az MTA Geoinformatikai és Űrtudományi Kutatócsoportnál folyó távérzékelési és a SAS2-műszert is használó hullámterjedési és alkalmazási (plazmaszféra állapota, úridőjárás, valamint a szeizmológia és az ELF-VLF [*Extra-Low Frequency, Very-Low Frequency*] jelenségek kapcsolata) kutatások (Steinbach et al., 2003) folyamatos műholdas adatellátását, másrészt támogatja a korszerű, magas színvonalú egyetemi oktatást, elsősorban a Geofizikai, Meteorológiai és Térképtudományi Tanszékeken, de általában is.

Az állomás HRPT vevőrésze – az amerikai NOAA műholdak AVHRR adatai vétele mellett – a kínai FengYun műholdak hasonló, de néhány szempontból informatívabb adatai vételét is biztosítja. Mivel az állomás automata rendszerű, a venni kívánt műholdak pályadatait a NORAD (*North American Aerospace Defense Command*) adatait is felhasználó korszerű adatbázisból veszi, alapüzemmódban az USA-ból, számítógéphálóz-



2. ábra. Irak felülről 2002. november 19-én; ezen a felvételen a Tigris és az Eufrátesz folyókon kialakított víztározók, és a tüzek füstje is látszanak (NOAA-12 műhold)



3. ábra. A Skandináv-félsziget 2002. december 12-én; a kép teteje már a hosszú, sarki éjszaka homályába vész (NOAA-12 műhold)

ton keresztül. Az így kapott pályaadatok alapján automatikusan készít magának vételi tervet két napra előre, amelyet igen felhasználóbarát módon – ha szükségesnek tartjuk – percek alatt módosíthatunk igényeink, döntéseink szerint. Ennek következtében az állomás üzem és felügyelete harmonikusan beilleszthető az Űrkutató Csoport kutatási és oktatási munkájába. A vétel éjjel és nap-

pal folyamatos, az üzem nem kíván állandó felügyeletet.

Az állomás végleges antennája egy 2,4 m-es parabola, amely itt, Budapest belsejében – az ELTE lágymányosi, ún. Északi Tömbje tetején – telepítve is lehetővé teszi nemcsak a NOAA és a Feng Yun holdak, hanem a SAS2-műszert hordozó kis műholdak adatai "horizont alattól horizont alattig" történő követését. Ez a kutatások igénye és a távérzékelési adatok kalibrálása (Kaufman és Holben, 1993; Rao és Chen, 1999) miatt egyaránt fontos. A kísérleti üzem alatt a rendszer az AVHRR vevőrészt szállító norvég cég kérésére egy 1,5 m-es parabolával üzemelt, amelyet 2003 júniusában cseréltünk át a végleges, nagy antennára. Tapasztalataink szerint már e kisebb antennával is minden interferencia zavar nélkül folyt az amerikai és a kínai HRPT, illetve CHRPT adatok vétele.

A műholdvevő vételkörzete

A földi műholdkövető és műholdvevő állomások vételkörzetét a horizont határolja be. Ameddig az éppen követett hold a horizont felett van, addig lehetséges vele a kommunikáció. Így a vételkörzetet gyakorlatilag a műholdak felszín feletti magassága, illetve a kilátást akadályozó tereptárgyak és műtárgyak (jelen esetben a dél-délkeleti kilátást kismértékben blokkoló gömb alakú planetárium-szerkezet) szabják meg.

A felsorolt holdak adatait déli irányból majdnem a teljes Szahara felett már vesszük (Asszuántól délebről), keletre Irak (2. ábra), a tönkremenő Aral-tó (a hátsó belső borítón), az Ural, északon a sarki területek (3. ábra), nyugaton Izlandon túl, az Atlanti óceán a belátott terület, amely délnyugaton magában foglalja a Kanári-szigeteket is. Ez azért is megnyugtató, mert a SAS2 műszerrel tervezett, az ELF-VLF jelek és a földrengések kapcsolatának feltárását is célzó (a Kompsz-2, a Predvesztnyik és a Vulkan holdak fedélzetén megvalósuló) kísérletek mintaterületei Kamcsatka kivételével a budapesti állomás vételkörzetébe esnek – azaz Görögország, az Alpok keleti oldala, a Kaukázus és a szeizmikusan nyugodt referencia, az európai orosz síkság (Orosz Tábla). Az, hogy ez az állomás a Mediterraneum egésze fölül tud műholdas adatokat gyűjteni, segíti az európai együttműködésbe szorosabb beépülésünket a műholdas ELF-VLF mérések területén is. De a terméscsúszási és általános növénytakaró vizsgálatokat módszereinkkel (Ferencz et al., 1993; Hamar et al., 1996; Bognár, 2003) ezen vett HRPT és

CHRPT adatokat használva egész Európára ki tudjuk terjeszteni.

Az állomáson vett műholdképek

A lehetőségek illusztrálására az állomáson az eddigi kísérleti üzemben vett néhány érdekesebb felvételt is bemutatunk. A műholdas észlelőrendszerek felbontását meghaladó természeti jelensé-



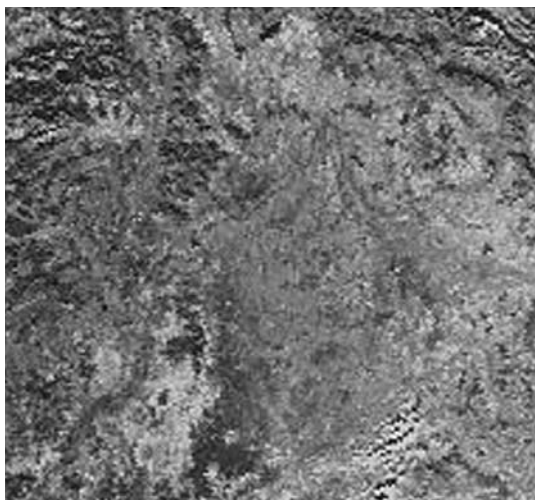
4. ábra. Az Etna aktív volt 2002. november 22-én, amint a füstje is mutatja (Fengyun-1D műhold)

gek mind láthatók a felvételeken, pl. az iraki szénhidrogén-kitermeléshez kapcsolódó tüzek (2. ábra), vagy az Etna hosszan elnyúló, vulkáni füstzászlaja is (4. ábra).

Az, hogy az állomás több, gyakran (naponta 1–2 alkalommal) visszatérő műhold képeit is veszi, a távérzékelte adatokon alapuló környezetiállapotvizsgálat alapját jelenti a Környezetfizikai Tansekcsoportnál. A műholdvevő vételkörzetében naponta többször, a Meteosat holdakénál lényegesebb jobb felbontásban vizsgálható a légkör állapota, a felhőzet. Hasonlóképp gyakran – csak a felhőborítottság által korlátozottan – elemezhető a hótakaró kiterjedése, illetve lehatárolhatók az esetleges árvízi elöntések is (Csornai et al., 2000; Lelkes et al., 2001). A tenyészidőszak adatai adják a hasznonyények természetlag-előrejelzésének (Ferencz et al.,



5. ábra. A Balaton télen, 2003. január 15-én a hóval borított Dunántúl közepén (NOAA-17 műhold)



6. ábra A Felső-Tisza vidéke 2002. december 10-én (NOAA-16 műhold)

1996; Csornai et al., 1999; Bognár, 2003) alapját. Mindezek mellett további kutatások szükségesek az adatoknak a vízmérleg kutatásában való felhasználásához. Ez utóbbi témakörben két képet mutatunk be: az 5. ábra a téli, befagyott Balatont vetíti elénk, amelynek felszíni hőmérséklete az AVHRR-adatokból jól számítható, végül a 6. ábra

az árvízi veszélyeztetettség szempontjából kiemelt Felső-Tiszavidéket mutatja.

A címlapon látható színes kép a Szentföldet ábrázolja. Érdemes felfigyelni arra, hogy a Sinaifélsziget és a Negev sivatag közötti egyenes vonalként jól látható az izraeli-egyiptomi határ. Északon élő növényzet, délen sívó homok és sziklák látszanak az egyébként azonos természetű vidéken. A sivatagosodás tőlünk, emberektől alapvetően függ. Hasonlóan emberi beavatkozás "eredménye" a hátsó-belső borítón látható Aral-tó kiszáradása. Észrevehető, hogy a kiterjedéséhez képest sekély Aral-tó alakja lényegesen eltér a térképekről ismerttől, a tó lényegében kiszáradt, kiterjedt környezeti katasztrófát indukálva a környéken.

Köszönetnyilvánítás

A műholdvevő állomás beszerzését az Oktatási Minisztérium, üzembe helyezését az IHM és a Magyar Űrkutatási Iroda TP198 sz. témapályázata tette lehetővé. A vett műholdas adatokat a T034831, T037603 és T037611 sz. tematikus OTKA-pályázatok keretében végzett kutatásokban hasznosítjuk.

IRODALOM

Bognár, P. (2003): Correction of the effect of Sun-sensor-target geometry in NOAA AVHRR data. *Int. J. Remote Sensing* 24: 2153–2166.

Csornai, G.–Wirnhardt, Cs.–Suba, Zs.–Somogyi, P.–Nádor, G.–Martinovich, L.–Tikász, L.–Kocsis, A.–Zelei, Gy.–Lelkes, M. (1999): Crop monitoring by remote sensing. FIG Commission 3 Annual Meeting and Seminar, Budapest, 21–23 October, 1999

Csornai G.–Lelkes M.–Nádor G.–Wirnhardt Cs. (2000): Operatív árvíz- és belvízmonitoring távérzékeléssel. *Geodézia és Kartográfia* 52(5): 6–12.

Ferencz, Cs.–Tarcsai, Gy.–Lichtenberger, J. (1993): Correction of atmospheric effects of satellite remote sensing data (Landsat MSS-NOAA AVHRR) for surface canopy investigations. *Int. J. Remote Sensing* 14: 3417–3431.

Ferencz, Cs.–Bognár, P.–Ferencz, Árkos, I.–Hamar, D.–Lichtenberger, J.–Molnár, G.–Pásztor, Sz.–Steinbach, P.–Székely, B.–Tarcsai, Gy.–Timár G. (1996): Crop yield forecasting in East Hungary using remotely sensed data and a new atmospheric correction method. *Proc. URSI XXVth*

Gen. Ass. Lille, France, 28 Aug–5 Sept 1996, p. 286.

Hamar, D.–Ferencz, Cs.–Lichtenberger, J.–Tarcsai, Gy.–Ferencz-Árkos, I. (1996): Yield estimation of corn and wheat in the Hungarian Great Plain using Landsat MSS data. *Int. J. Remote Sensing* 17: 1689–1699.

Kaufman, Y. J.–Holben, B. N. (1993): Calibration of the AVHRR visible and near-IR bands by atmospheric scattering, ocean glint and desert reflection. *Int. J. Remote Sensing* 14: 21–52.

Lelkes, M.–Csornai, G.–Wirnhardt, Cs. (2001): Natural disaster monitoring by remote sensing in Hungary: waterlogging and floods in the 1998–2001 period. *Proceedings of the EARSEL Symposium, 2001, Budapest.*

Lichtenberger, J.–Tarcsai, Gy.–Pásztor, Sz.–Ferencz, Cs.–Hamar, D.–Molchanov, O. A.–Golyavin, A. M. (1991): Whistler doublets and hyperfine structure recorded digitally by the Signal Analyzer and Sampler on the Active satellite. *J. Geophysical Research* 96: 21149–21158.

Rao, C. N. R.–Chen, J. (1999): Revised post-launch calibration of the visible and near-infrared channels of the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) on the NOAA–14 spacecraft. *Int. J. Remote Sensing* 19: 119–139.

Steinbach, P.–Lichtenberger, J.–Ferencz, Cs. (2003): Case studied of possible earthquake related perturbations on narrow band VLF time series. *Geophysical Research Abstracts* 5: 10946.

Satellite data receiver station at the Institute of Environmental Physics, Eötvös University of Budapest

Cs. Ferencz–J. Lichtenberger–P. Bognár–G. Molnár–P. Steinbach–G. Timár

Summary

The paper reports the experimental and the start of the operational phase of the new satellite receiver located in Budapest. The station is capable to receive data from the NOAA satellite series (the AVHRR instrument) and the Chinese FengYun satellites as well. Besides the data of the Earth surface, the station is ready to collect data from the electromagnetic ELF-VLF measure instrument, the Hungarian-constructed SAS-2 receiver, planned and prepared to be launched on the Kompass-2 satellite.