

MŰHOLDAS TÁVÉRZÉKELEÉS AZ ELTE ŰRKUTATÓ CSOPORTJÁBAN

**Kern Anikó, Bognár Péter, Pásztor Szilárd, Lichtenberger János, Steinbach Péter,
Ferencz Csaba**

ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék – Űrkutató Csoport,
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
e-mail: anikoc@nimbus.elte.hu

Bevezetés

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Űrkutató Csoportja több évtizedes tapasztalattal rendelkezik a műholdas távérzékelésre épülő kutatások terén, melynek eredményeként 1984 óta több mint 90 nyertes hazai és nemzetközi pályázatot tudhat maga mögött. A főbb kutatási irányok közé egyrészt a Föld plazmaszférájának, másrészt pedig a földfelszín és a troposzféra vizsgálata tartozik. A műholdas távérzékeléssel kapcsolatos tevékenység tekintélyes része a saját vételű adatok felhasználásán alapszik, mely nemcsak a hosszabb időszakra vonatkozó vizsgálatokhoz biztosít méréseket, hanem lehetőséget nyújt a földfelszín és a légkör valós idejű, operatív monitorozására is. Az Űrkutató Csoport kutatásaiba az elmúlt évtizedekben folyamatosan kapcsolódtak be mind geofizikus, mind meteorológus hallgatók, elsősorban az állomás által vett adatokra épülő kutatások kapcsán.

Az ELTE műholdvevő-állomása

A kutatócsoport 2002-ben telepítette műholdvevő-állomását (*1. ábra*) az ELTE Lágymányosi Campusához tartozó Északi Tömb tetején (Ferencz et al., 2003). Az állomás segítségével lehetőség nyílt mind a plazmaszféra vizsgálatára készített műholdas szenzorok, mind pedig a meteorológiai és környezeti kutatóműholdak mérési adatainak közvetlen vételére. A meteorológiai műholdak (mint az amerikai NOAA műholdsorozat és a kínai FengYun műholdak) adatainak vételén túl az állomást 2004 óta az amerikai Terra és Aqua műholdak MODIS szenzor multispektrális adatainak közvetlen vétele teszi különlegessé és a térségben egyedülállóvá (Timár et al., 2006). A kvázipoláris műholdak adatainak vétele mellett az európai geoszinkron Meteosat műholdak adatainak vétele 2007 óta szintén folyamatos.



1. ábra: Az ELTE műholdvevő-állomása az Egyetem Északi tömbjének tetején.

A NOAA meteorológiai műholdsorozat 1979 óta biztosít folyamatos napi szintű méréseket az ún. AVHRR leképező és ATOVS szondázó egységei által. Míg az AVHRR a látható, közeli- és infravörös tartományokban végez $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ felbontású sugárásméréseket, addig az ATOVS műszercsoport infravörös és mikrohullámú tartományú méréseivel a légkör vertikális szerkezetéről (elsősorban hőmérsékleti és nedvességi profiljairól) szolgáltat információt. Az ATOVS által mért adatokat már több, mint 25 éve beépítik a numerikus időjárás előrejelző modellekbe, mely a szondázó műszercsoport jelentőségét hangsúlyozza.

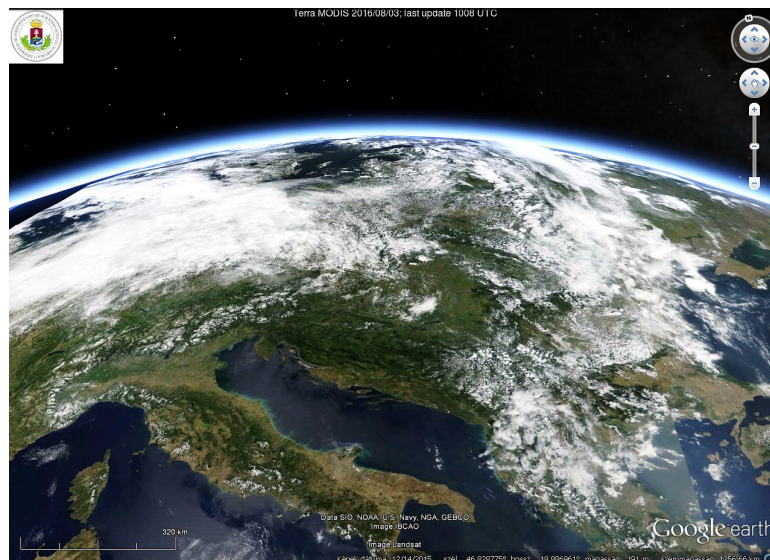
Az 1999 óta szintén napi lefedettséget biztosító 36 csatornás MODIS szenzort a látható tartományban finomabb felbontású (akár $250\text{ m} \times 250\text{ m}$) mérésein túl annak nagy sugárzási érzékenysége, precíz georegisztrálása és magas kalibrációs pontossága teszi különleges és értékes adatforrássá.

A globális WWLLN hálózat részeként üzemelő villámdetektor-állomásnak köszönhetően a kutatócsoport hozzáfér globális villámadatokhoz is. Ezen adatok jelenleg a felsőlégkör-kutatásban hasznosulnak, de akár meteorológiai célokra is alkalmazhatók (Rodger et al., 2009)

Valós idejű adatfeldolgozás

Tekintve, hogy a műholdak mindig az utoljára mért adatokat sugározzák ki folyamatos adat-áram formájában, így azok közvetlen vétele esetén lehetőség van a felszín és a légkör valós idejű (ún. *real-time*) megfigyelésére is.

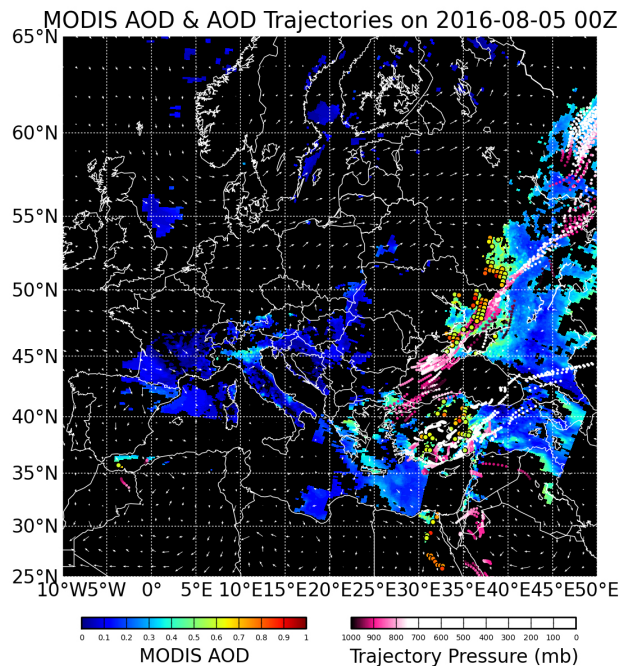
A MODIS adatok valós idejű feldolgozása 2006 óta automatikusan és operatíván történik, ahol a nyers adatokra épülő alkalmazások tere folyamatosan bővül (Kern et al., 2014). Ennek keretében a feldolgozás első produktumai a valós színezésű MODIS képek, melyeket akár a *Google Earth* szoftver számára alkalmas formátumban is meg lehet tekinteni (2. ábra). A MODIS adatok valós idejű adatfeldolgozása során keletkező produktumok egy része az Interneten, az ELTE Meteorológiai Tanszék honlapján keresztül elérhető (<http://nimbus.elte.hu/kutatas/sat/modis.html>).



2. ábra: Európa műholdtávlatból 2016. augusztus 3-án (az ELTE vevőállomása által vett Terra/MODIS műholdképek a *Google Earth* szoftverrel megjelenítve).

A vizuális kiértékelésen túl számszerű meteorológiai információk kinyerésére is mód van. Ennek megfelelően számos, a légkörre vonatkozó származtatott mennyiséget állítunk elő, mint például az aeroszol optikai mélység, összetett felhőmaszk, a felhőtető hőmérséklete és

nyomása, teljes kihullható vízgőz, stabilitási indexek, függőleges légoszlop ózontartalma, hőmérsékleti és nedvességi profilok, vízfelszín hőmérséklete, stb. Az aeroszol optikai mélység mezők alapján azonosított nagy aeroszol töltöttségű légtömegek mozgását az IDEA-I levegőminőség-előrejelző modell alkalmazásával ún. trajektória modell segítségével jelezzük előre. Az így előálló előrejelzések szemléltetéseként szolgál a 3. ábrán bemutatott 2016. augusztus 3-ai indítású előrejelzés egy képkockája, ahol a nagy aeroszol optikai mélységű légtömegek mozgásának egy adott időpontra vonatkoztatott állapotát láthatjuk (sötétciklámen–fehér színskálával megjelenítve a légtömeg magasságát mbar-ban kifejezve). A 3. ábrához felhasznált aeroszol optikai mélység mezők ugyanazokból a Terra/MODIS adatokból származnak, mint amelyekből készített valós színezésű kép a 2. ábrán bemutatásra került.



3. ábra: MODIS aeroszol optikai mélység előrejelzés 2016.08.05. 00 UTC időpontra
2016.08.03. 12 UTC indítással.

A MODIS adatok valós idejű felhasználásának további meteorológiai vonatkozása az adatok asszimilálása az ún. DBCRAS korlátos tartományú, pseudo-nem-hidrosztatikus időjárási előrejelző modellben, mely 3 órás időlépcsővel készít 72 órás előrejelzéseket. A valós idejű MODIS produktumok közül a modell a teljes kihullható vízgőzt, a felhőtető nyomását és a felhőzet effektív emisszivitás paraméterét használja fel. Hallgatói közreműködéssel jött létre a DBCRAS előrejelzéseire épülő további weboldal (<http://nimbus.elte.hu/~cras/meteorograms.html>), ahol az előrejelzés tetszés szerint lekérhető bármely, a modell domain-területén belüli földrajzi pontra.

A saját vételű MODIS adatokra számos további operatív felhasználás épül, melyek többségében meteorológiai vonatkozásúak.

A Föld felszínére és légkörére vonatkozó vizsgálatok

Műholdas távérzékeléssel nyert multispektrális adatokból a növényzet állapotára, produktivitására, illetve fenológiai ciklusára jellemző információ is kinyerhető. A kutatócsoport földfelszínre vonatkozó kutatásai elsősorban a vegetáció vizsgálatára irányulnak, melyek a növényfejllettségi vizsgálatok mellett kiterjednek a mezőgazdasági haszonnövények terméshozamának becslésére és előrejelzésére is. Ehhez kiváló adatforrásnak számítanak a már

említett AVHRR és MODIS szenzorok nagy térséget lefedő és hosszabb időszakra elérhető adatai. Bár az egyes csatornák mérései önállóan is használhatók bizonyos jellemzők számszerűsítésére, gyakorlati okokból a csatornák adatainak kombinálásával különböző vegetációs indexeket állítanak elő. Ezek közül az egyik legismertebb az ún. NDVI.

Összetettebb vizsgálatokat végzünk a Kárpát-medence növényzetére vonatkozóan, ahol a fő kérdés annak a megértése, hogy miként befolyásolta az időjárás a térség növényzetének az állapotát az elmúlt időszakban. A vizsgálatok segítségével a növényzet fenológiai ciklusáról, produktivitásáról és állapotáról, illetve az ezekben bekövetkezett változásokról kaphatunk objektív információt (Kern, 2015).

Összefoglalás

Az ELTE Űrkutató Csoportja a műholdas távérzékelés különböző területein végez kutatásokat, melyek részben a kiépített műholdvevő-állomás által vett adatokon alapszanak. A sajátvételű MODIS adatok operatív felhasználása sokrétű. Ennek része egy időjárás előrejelző modell, levegőminőség előrejelző modell, operatív tüzdetektálás, Balatoni klorofill-a tartalom monitorozás, stb. Emellett hosszabb időskálájú adatok felhasználásával lehetőség van a légkörre és a felszínre vonatkozó vizsgálatokra is. A bemutatott műholdvevő-állomás által vett adatok felhasználásra kerülnek az oktatásban is, melyen keresztül a hallgatók bekapcsolódhatnak a különböző kutatásokba is.

Rövidítések

ATOVS – Advanced TIROS Operational Vertical Sounder
AVHRR – Advanced Very High Resolution Radiometer
DBCRA – Direct Broadcast CIMSS (Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, University of Wisconsin-Madison) Regional Assimilation System
IDEA-I – Infusing satellite Data into Environmental Applications - International
MODIS – MODERate resolution Imaging Spectroradiometer
NDVI – Normalized Difference Vegetation Index
NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration
WLLN – World Wide Lightning Location Network

Hivatkozások

- Ferencz, Cs., Lichtenberger, J., Bognár, P., Molnár, G., Steinbach, P., Timár, G., 2003: Satellite receiving station at the Eötvös Loránd University, in Hungary. *Geodézia és Kartográfia*, 55: 30–33.
- Kern, A., Bognár, P., Pásztor, Sz., Timár, G., Lichtenberger, J., Ferencz, Cs., Steinbach, P., Ferencz, O., 2014: Közvetlen vételű MODIS adatok alkalmazásai Magyarország térségére. *RS & GIS - Távérzékelési, fotogrammetriai, térképészeti és térinformatikai szakfolyóirat*, IV(1): 5–13.
- Kern, A., 2015: A vegetáció megfigyelése az űrből. *Természet Világa*, 146(11)
- Rodger, C.J., Brundell, J.B., Holzworth, R.H., Lay, E.H., 2009: Growing Detection Efficiency of the World Wide Lightning Location Network, *Am. Inst. Phys. Conf. Proc., Coupling of thunderstorms and lightning discharges to near-Earth space: Proceedings of the Workshop*, Corte (France), 23–27 June 2008, 1118, 15–20, DOI:10.1063/1.3137706.
- Timár, G., Ferencz, Cs., Lichtenberger, J., Kern, A., Molnár, G., Székely, B., Pásztor, Sz., 2006: MODIS-adatvétel az ELTE műholdvevő állomásán. *Geodézia és Kartográfia*, 58: 11–14.