

Dr. Nagy Zoltán¹ – Dr. Weidinger Tamás² – Dr. Szász Gábor³ – Dr. Baranka Györgyi⁴ – Tóth Zoltán⁵ – Nagyné Kovács Eleonóra⁶ – Törék Orsolya⁷

Célzott éghajlati mérőhálózat a globális klímaváltozás magyarországi hatásainak nyomon követésére

1. Bevezetés

A légkör legalsó rétegének, vagyis az ember közvetlen életterében végbemenő hatások és változások tanulmányozása a mikrometeorológia témaköréhez kapcsolódik. Az oly sokat említett globális klímaváltozás hatásait is főleg a felszínközeli rétegben levő mérőrendszerek adataira támaszkodva tudjuk leírni.

Hazánkban is egyre növekvő igény jelentkezik a célirányos éghajlati mérőrendszerek iránt. Ezért tűzte ki célul az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) – a Jedlik Ányos kutatási pályázat támogatásával – a felszíni automata meteorológiai mérőhálózatába szervesen integrált háttérklíma állomások létrehozását. Ezek olyan klimatológiai mérőállomások, ahol a mérési körülmények, a területi reprezentativitás, az alkalmazott mérési módszerek és eszközök, valamint az adatellenőrzési és karbantartási eljárások a mérési eredmények korábban nem elérhető megbízhatóságát, illetve időbeli stabilitását biztosítják (NAGY Z. et al. 2008). Ez teszi alkalmassá a rendszert a globális klímaváltozás magyarországi hatásainak hosszútávú, szolgálatszerű felméréséhez.

2. Mérési program, műszerezettség

Az ország eltérő klimatológiai sajátosságait, illetve a projekt anyagi lehetőségeit figyelembe véve négy háttérklíma állomás telepítését tervezzük, illetve bővítjük a kékestetői, valamint a budapesti mérőállomás napsugárzás mérési programját. A négy háttérklíma mérőállomás közül az első telepítésére 2007 őszén, 2008 tavaszán került sor a Debreceni Agrártudományi Egyetem Agrárcentrumának Kismacsi Meteorológiai Observatóriumában, amely mérőhely kibővített mérési programmal működik.

A mérőállomás mérési programja az alábbiakat tartalmazza:

- standard éghajlati mérőállomás feladatainak ellátása az alapvető klímáparaméterek (léghőmérséklet, csapadék) módszertani vizsgálatokkal megalapozott, nagy pontosságú mérése (SZÁSZ G. – NAGY Z. 2007);
- a hőmérséklet, a szél és a nedvességtartalom mérése 1, 2, 4 és 10 méteres magasságban (1. kép);
- az energia egyenleg komponenseinek meghatározása eddy kovariancia és/vagy Bowen-arány módszer (LIU, H. – FOKEN, T. 2001) alkalmazásával (2. kép);
- sugárzás egyenleg mérése (3. kép);

¹ Dr. Nagy Zoltán Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest E-mail: nagy.z@met.hu

² Dr. Weidinger Tamás Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, Budapest E-mail: weidi@ludens.elte.hu

³ Dr. Szász Gábor Debreceni Egyetem, Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Agrarmeteorológiai Observatórium, Debrecen E-mail: gszasz@agr.unideb.hu

⁴ Dr. Baranka Györgyi Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

⁵ Tóth Zoltán Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest E-mail: toth.z@met.hu

⁶ Nagyné Kovács Eleonóra Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

⁷ Törék Orsolya Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, Budapest

- a talaj felszíni rétegeiben történő hő áramok meghatározása, talaj hőáram, talajnedvesség, talajhőmérséklet mérések segítségével (4. kép).



1. kép. A 10 méteres mérőtorny a léghőmérséklet, légnedvesség és a szélsébség gradiens meghatározására (az előtérben egy PG200 típusú súlyméréssel elven működő csapadékmérő)



2. kép. CSAT3 típusú szónikus anemométer, valamint LI7500 típusú H_2O , CO_2 -koncentráció mérő berendezés a 4 méteres mérőtornyon a szenzibilis és latens hőáram eddy kovariancia módszerrel történő meghatározásához



3. kép. A sugárzási egyenleg komponenseinek meghatározására szolgáló mérőhely



4. kép. Talajhőmérséklet, talaj hőáram és talajnedvesség mérők a felszíni energia egyenleg talaj komponensének meghatározásához

A mérési program bővített jellegét alapvetően a szenzibilis és látens hőáramok meghatározására szolgáló, nagy mintavételezési sebességgel rendelkező szónikus anemométer, valamint a légnedvesség és a CO₂-koncentrációjának mérésére szolgáló eszközök biztosítják. A többi, standard mérési programmal működő mérőállomás mérési programja, az említett mérőeszközök kivételével, megegyezik a bővített mérési programmal működő mérőállomások programjával.

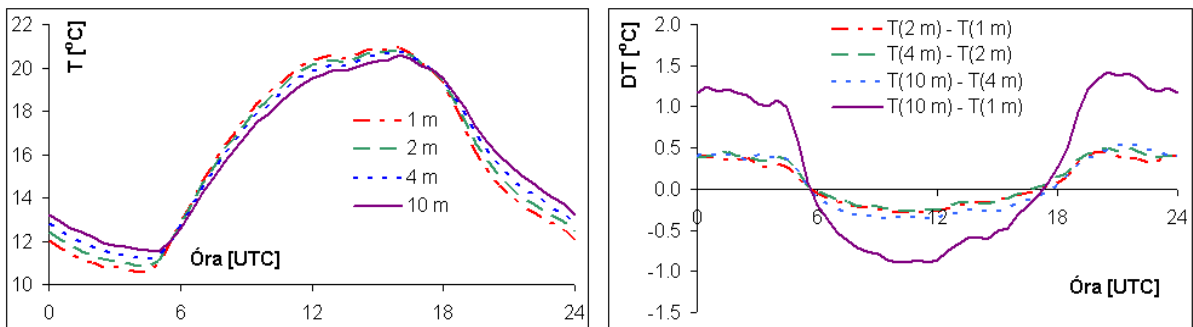
A bővített mérési programmal működő mérőállomás egyrészt lehetőséget biztosít az energiaegyenleg komponenseinek eddy kovariancia, gradiens, profil, illetve Bowen-arány módszerrel történő meghatározására, az áramszámítási módszerek összehasonlítására, továbbá biztosítja a mérési háttérrel, más típusú (pl. talajtani, agrometeorológiai, levegőkörnyezetvédelmi) vizsgálatok és kutatások számára. A mérőállomások mindegyikén nagy súlyt fektetünk a felszín teljes energiaegyenlegét meghatározó bevételi tag, vagyis a sugárzási egyenleg meghatározására, melyet az egyenleg négy komponensének (globálsugárzás, reflex sugárzás, a légkör hosszuhullámú visszasugárzása és a felszín hosszuhullámú kisugárzása) külön-külön történő mérésével biztosítunk (3. kép). A sugárzási egyenleg komponenseinek meghatározására a jelenleg elérhető, legjobb mérőeszközöket alkalmazzuk, melyek rendszeres kalibrálása – a Nemzetközi Sugárzási Skálára történő visszavezethetősége – biztosított.

Ahogy korábban említettük a háttérklíma állomások telepítésén túl, célba vettük a kékestetői (tisztá léghő) és a pestszentlőrinci (emberi tevékenység által szennyezett léghő) mérőállomáson folyó napsugárzás-mérések bővítését. Így nyomon követhetjük a léghő átbocsátó képességében zajló változásokat egyrészt az 1000 méter feletti, tehát az emberi tevékenység által többé-kevésbé szennyezetlen, valamint sík vidék feletti szennyezettebb léghőzlopban.

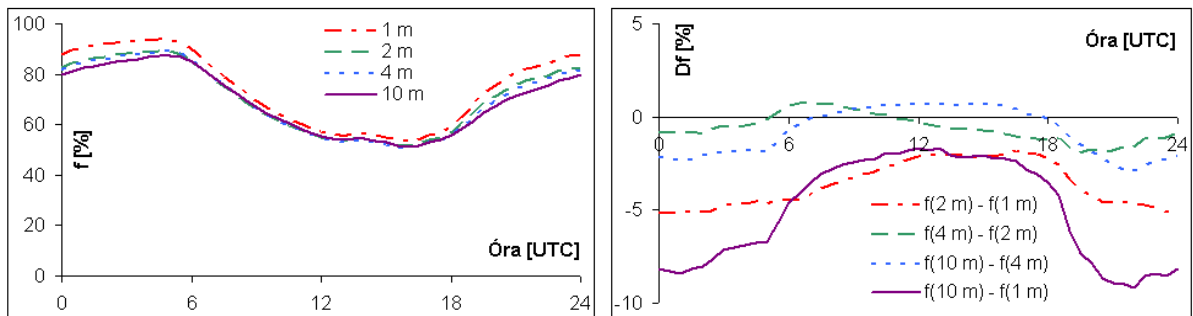
A mérőállomások műszerezettsége a gradiens mérések esetében az OMSZ állomáshálózatában alkalmazott szenzorokra épül, a mérési pontosság, a műszerek kalibrálása és ellenőrzése illeszkedik az OMSZ minőségbiztosítási rendszeréhez. A mérőszenzorok kihelyezés előtti kalibrálása megtörtént. A léghőmérséklet és légnedvesség esetében lehetőség van a mérőrendszer helyszínén történő teljes kalibrálására. E műszer együttest egészíti ki a nagy pontosságú sugárzási, talaj és direkt árammérés.

3. Adatfeldolgozás

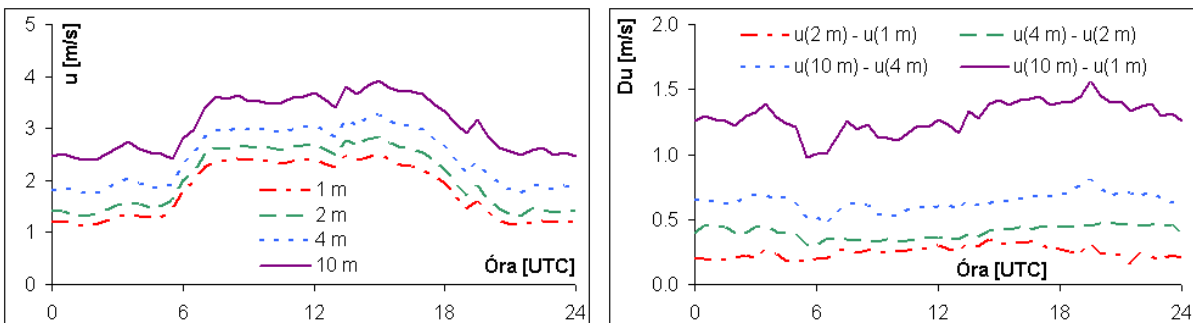
A nyers mérési adatsorok feldolgozását az ELTE Meteorológiai Tanszéke végezte el. E feladatok során támaszkodtunk a Tanszék hazai és nemzetközi együttműködésben folyó mérési programjaira: (I) Az EU-VI. IP NitroEurope program (www.nitroeuropa.eu) résztvevőiként a bugaci mérőhely fejlesztési tapasztalataira (NAGY, Z. et al. 2007); (II) a Kelemenszéken (Kiskunsági Nemzeti Park) telepített automata, bővített programú mérőállomás adataira (WEIDINGER, T. et al. 2008); (IV) A HungaroMars program keretében Utah-ban folyt mikrometeorológiai mérésekre (<http://planetologia.elte.hu>) valamint, (IV) a GVOP környezetfizikai laborfejlesztési pályázatán beszerzett és alkalmazott meteorológiai mérőműszerekkel folytatott mérésekre.



1. ábra. A hőmérséklet (balra), illetve az egyes rétegek hőmérséklet különbség átlagának (jobbra) átlagos napi menete (2008. május)



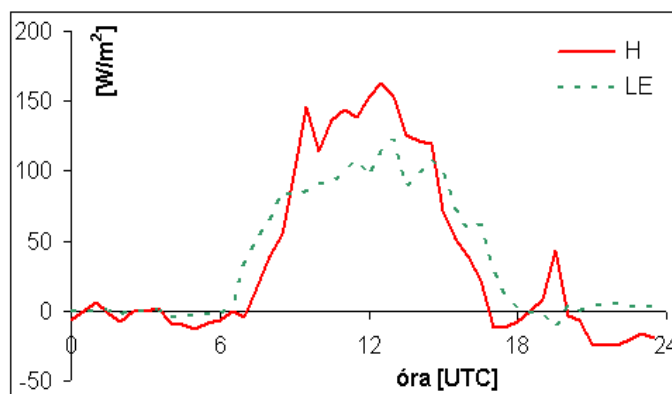
2. ábra. A relatív nedvesség (balra), illetve az egyes rétegek relatív nedvesség különbség átlagának (jobbra) átlagos napi menete (2008. május)



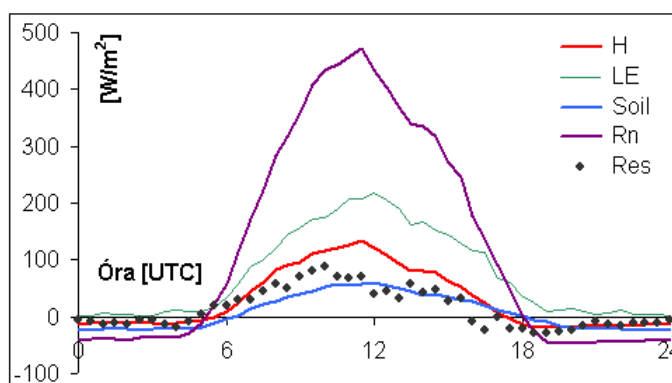
3. ábra. A szélesség (balra), illetve az egyes rétegek szélesség különbség átlagának (jobbra) átlagos napi menete (2008. május)

Az eddigi mérések értékelése után az alábbi megállapításokat tehetjük:

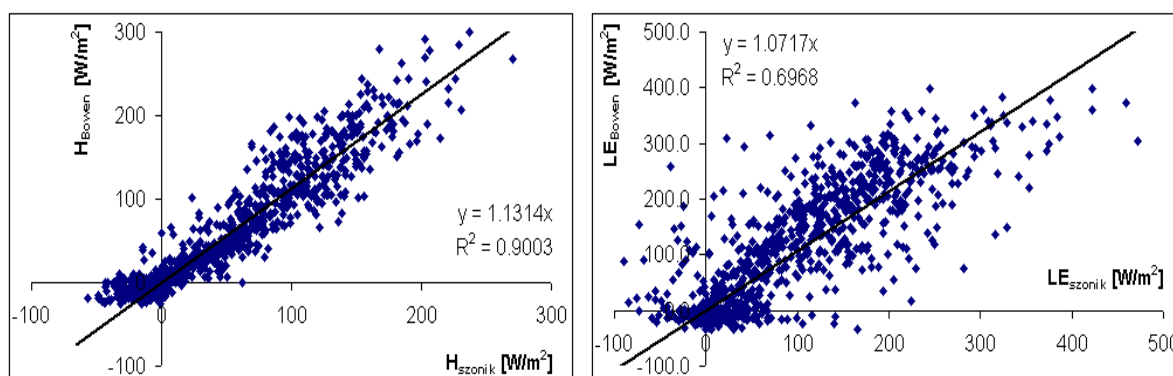
- A szél és hőmérsékleti profilok pontosak, visszatükrözik a felszínközeli légréteg sajátosságait, tehát együttesen is használhatók a légköri stabilitás meghatározására, illetve a Monin-Obukhov-féle hasonlósági elmélet (WEIDINGER, T. et al. 2000) alkalmazásával történő áramszámításra. (1 – 3. ábra).
- Az energia egyenleg komponenseinek elemzése kimutatta, hogy az adatbázis alkalmas a felszínközeli réteg vizsgálatára, illetve direkt árammérésekre (4 – 6. ábra).



4. ábra. A szenzibilis és latens hőáram napi menete a Campbell gyári programja alapján (2008. 03. 31.)



5. ábra. Az energiamérleg komponensek (sugárzás egyenleg, Rn; a talajba jutó hőáram, Soil; a szenzibilis és latens hőáram, H, LE és a maradéktag, Res) napi menete 2008. május



6. ábra. A direkt árammérések alapján számított és a Bowen-arány módszerrel meghatározott szenzibilis és latens hőáram kapcsolata (2008. május)

4. Összefoglalás

A létrejött mérőrendszer adatai nem csak a globális éghajlatváltozás kimutatását segítik, hanem egyéb kutatási célra (pl. mikrometeorológiai és levegőkörnyezet-védelmi feladatokra) is felhasználhatók. A felszínközeli légréteg turbulencia karakterisztikáinak kiszámításával nagy pontosságú, minőségileg biztosított adatbázis hozható létre, ami a légköri diszperziós modellek input adatait képezheti.

Az eddigi eredmények bizonyítják, hogy az OMSZ, a Debreceni Egyetem és az ELTE Meteorológiai Tanszék együttműködésével létrejött háttérklíma mérőhálózat a hazai és nemzetközi követelményeknek és elvárásoknak megfelel; alkalmas a globális éghajlatváltozás lokális hatásainak nyomon követésére.

Köszönetnyilvánítás

A munka a GVOP 6-028-2005 pályázat és az EU-VI. IP NitroEurope program keretében készült.

Irodalom

- LIU, H. – FOKEN, T. (2001) A modified Bowen ratio method to determine sensible and latent heat fluxes. *Meteorologische Zeitschrift*, 10, No 1, pp. 71–80.
- NAGY, Z. – PINTÉR, K. – CZÓBEL, SZ. – BALOGH, J. – HORVÁTH, L. – FÓTI, SZ. – BARCZA, Z. – WEIDINGER, T. – CSINTALAN, ZS. – DINH, N. Q. – GROSZ, B. – TUBA, Z. (2007) The carbon budget of a semi-arid grassland in a wet and a dry year in Hungary. *Agric. Ecosyst. Environ.* 121, pp. 21–29.
- NAGY, Z. – SZÁSZ, G. – WEIDINGER, T. – SZALAI, S. – TÓTH, Z. – NAGYNÉ KOVÁCS, E. – DEBRECENI, B. – MATYASOVSKY, I. – GYÖNGYÖSI, A. Z. (2008) Baseline climate network in Hungary for high accuracy detection of the local effects of climate change. *Geophysical Research Abstracts*, 10, EGU2008-A-09929.
- SZÁSZ G. – NAGY Z. (2007) A légköri és a felszíni hatások elkülönítésének lehetőségei a felszínközeli súrlódási rétegben – In: Weidinger T. – Geresdi I. szerk.: 32. Meteorológiai Tudományos Napok 2006. Felhőfizika és mikrometeorológia. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, pp. 125–150.
- WEIDINGER, T. – PINTO, J. – HORVATH, L. (2000) Effects of uncertainties in universal functions, roughness length, and displacement height on the calculation of surface layer fluxes. *Meteorologische Zeitschrift*, 9, No. 3, pp. 139–154.
- WEIDINGER, T. – SIMON, SZ. – MÁDLNÉ SZÖNYI, J. – BORDÁS, Á. (2008) Uncertainties in the estimation of a shallow lake water budget – In: Mihailovic, D. T. – Miloradov, M. Eds.: *Environmental, Health and Humanity Issues in Down Danubian Region: Multidisciplinary Approach*. Publisher: World Scientific, New York, London, Singapore, 10p. (In press)
- <http://planetologia.elte.hu>
<http://www.nitroeuropa.eu>