

MIKROMETEOROLÓGIAI ÁLLOMÁS A MARS ANALÓG TEREPGYAKORLATON: UTAH, 2008. ÁPRILIS.

Weidinger T.¹, Istenes Z.², Hargitai H.³, Tepliczky I.⁴, Bérczi Sz.³, ¹ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/A. ²ELTE IK, Programozásmélet és Szoftvertchnológiai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/C. ³ELTE TTK, Fizikai Intézet, Anyagfizika Tanszék, KAVÜCS, H-1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/A. ⁴Magyar Csillagászati Egyesület, Polaris Csillagvizsgáló, H-1037 Budapest, Laborc u. 2/C. (weidi@ludens.elte.hu, istenes@inf.elte.hu, hhargitai@gmail.com, tepi@mcse.hu, bercziszani@ludens.elte.hu),

Bevezetés: A planetáris határreteg (PHR) a légkör alsó – a felszín mechanikus és terminus hatását tükröző – rétege. A planetáris szó itt arra utal, hogy minden légkörről rendelkező bolygón ugyanazok a fizikai törvények alakítják a réteg szerkezetét, hasonló futású – közel logaritmikusan szél-, hőmérséklet és nyomanyag profilokat találunk az alsó 10–100 m-es rétegben. Ez a felszínközeli réteg, ahol a turbulens áramok állandóságával számolunk, ez a PHR vastagságának hozzávetőlegesen 10%-a E fölött található az ún. szélfordulási réteg, ahol a sűrűlódási erő fokozatosan csökken a magassággal. Itt a szél a magassággal jobbra fordul, ha a bolygó forgásiránya megegyezik a Földdel – a Coriolis-erő miatt. A PHR vastagsága nappal nagyobb (termikus és mechanikus turbulencia) éjjel kisebb (mechanikus turbulencia). A határreteg fölött kezdődik a szabad légkör.

A meteorológiai mérőállomások kialakításakor hasonló elvek szerint járunk el, legyen az egy óránként jelentő szinoptikus állomás, vagy a lehetséges éghajlatváltozás hosszú távú hatásait vizsgáló háttérklíma állomás [1], esetleg egy marsi mérés [2]. Hasonló a kérdésfeltevés is:

(i) meghatározni a meteorológiai elemek (hőmérséklet, nedvesség, szélesség és szélirány, légnyomás, csapadék, felhőzet, stb.) hosszú idősorait, napi és évi változásait,

(ii) mérni a sugárzásháztartás összetevőit, mint a lejövő rövidhullámú napsugárzást (vagy globálsugárzást, G), a fotoszintetikusan aktív sugárzást (PAR), vagy a sugárzási egyenleget, (a rövid- és hosszúhullámú egyenleg összege, R_n),

(iii) meghatározni a talaj energiaháztartását, vagyis a talajba jutó hőáramot (G_s), mérni a talajhőmérséklet és a talajnedvesség profilját, illetve a mélyebb rétegek felé irányuló hőáramot (pl. hőáram mérő lapokkal),

(iv) leírni a felszíni energiamérleg komponenseit, vagyis az

$$R_n = H + LE + G_s$$

egyenletben szereplő mennyiségeket. Itt H a látható vagy szenzibilis hőáram, LE a rejtett, vagy latens hőszállítást, ami a Földön a vízgőz árama, a Marson lehet a CO_2 árama is: pl. a szublimáció pozitív hőszállítást jelent. A sugárzási mérleg, illetve a talajba jutó hőáram pozitív, ha az energiaszállítás lefelé történik (pl. nappal amikor nagyobb a bejövő sugárzási energia mint a kimenő, illetve ha a hó a talajba szállítódik: a talaj felső rétege melegebb mint az alatta levő). A szenzibilis és a latens hőáram akkor pozitív, ha a turbulens örvények felfelé szállítják az energiát (pl. párolgás). A turbulens áram nem más, mint az adott tulajdonság (hő, impulzus, anyag) felületegységen, időegység alatt átszállított mennyisége. A turbulens szállításért a felszín feletti magassággal arányos

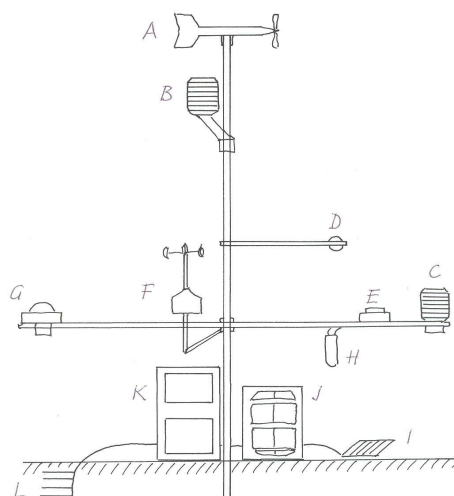
méretű örvények (vagyis az adott tulajdonság gyors változásai, fluktuációi) a felelősek.

A turbulens hőáramok (H , LE), illetve az impulzusáram (τ), vagy egy tetszőleges nyomanyag áramának (F_c) meghatározására különböző mikrometeorológiai mérési módszerek ismertek [1], mint a direkt árammérési technika (vagy eddy kovariancia mérések), gradiens, illetve profilmérések, vagy a Bowen-arány módszer. Rendelkezésre állnak parametizációs eljárások is az energiamérleg komponensek meghatározására a standard meteorológiai mérések felhasználásával [3].

A mérőrendszer: Az utahi analóg marsbázis (Mars Desert Research Station, MRSD) 71. személyzete 2008 áprilisában magyar kutatókból állt. A tudományos program egyik kiemelt része egy meteorológiai állomás felépítése és üzemeltetése volt. A műszeregyüttes és a számítógépes adatgyűjtő rendszer alkalmassá tette az állomást az (i–iv) pontban leírt mérési program elvégzésére. (A talajba jutó hőáram a talajhőmérsékleti profil, illetve a talaj fizikai paraméterei alapján számítható.)

A mérőrendszer kialakításának a terve a vállalkozás vezetőjéhez Hargitai Henrikhez kötődik. Az adatgyűjtő számítógépet és az informatikai rendszert Istenes Zoltán tervezte és építette meg [4].

Elsőként a mikrometeorológiai állomás felépítését, műszerezettségét mutatjuk be, majd néhány állapotjelző napi menetén keresztül illusztráljuk a sivatagi környezetet.



1. ábra. Az utahi mikrometeorológiai mérőrendszer.

MIKROMETEOROLÓGIAI ÁLLOMÁS A MARSÍ ANALÓG TEREPGYAKORLATON: UTAH, 2008. ÁPRILIS

Weidinger T., Istenes Z., Hargitai H., Tepliczky I., Bérczi Sz.

A mikrometeorológiai állomás (HUNMET): Az állomás feladata a standard meteorológiai mérések mellett a sugárzási mérleg komponensek és a felszíni energiaháztartás becslése gradiens és Bowen-arány módszer alkalmazásával (két szinten végeztünk szélesség, hőmérséklet és nedvesség méréseket). Öt percenként rögzítettük az átlagokat, a maximum és a minimum értékeket. A mintavételezési idő 10 s volt [4]. A mérőrendszer vázlatos elrendezését az 1. ábra szemlélteti.

A betűkkel jelzett egységek a következők:

- A: szélirány, szélesség, $U_{felső}$, Dir (Young) – felső,
- B: hőmérséklet és relatív nedvesség, (Vaisala) – felső,
- C: hőmérséklet és relatív nedvesség (Vaisala) – alsó,
- D: sugárzásegyenleg, Rn (Q7 Rebs),
- E: fotoszintetikusan aktív sugárzás, PAR (Kipp & Zonen),
- F: szélesség, $U_{alsó}$ (Vaisala) – alsó,
- G: napsugárzás vagy globálisugárzás mérő, G (Schenk),
- H: infrahőmérő (Campbell),
- I: levélnedvesség mérő (Campbell),
- J: napelem,
- K: adatgyűjtő és számítógépdoboz,
- L: talajhőmérők (2, 5, 10, 30 cm) (termisztor, Campbell).

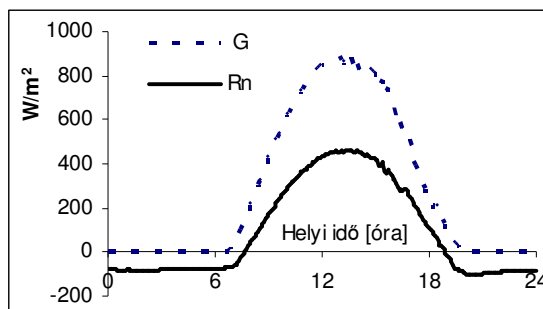


2. ábra. A HUNMET állomás fölállítása Utahban.

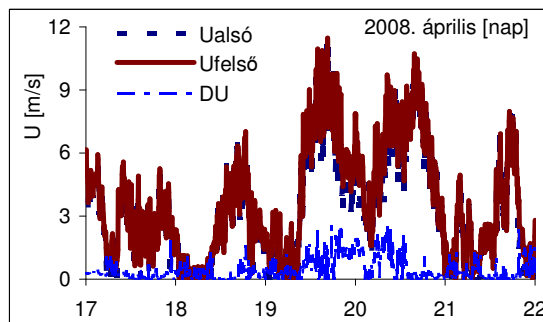
Mérések az MDRS-en: Az állomás (2. ábra) jól működött: tíz teljes nap adatait gyűjtötte és küldte át a számítógépes rendszer a „marsbázisra”, és Budapestre az ELTE-re, hogy elvégezhessek az elsődleges adatellenőrzést, s megtegyük a szükséges javaslatokat a műszerelhelyezéssel kapcsolatban. A mérőrendszer flóránként video felvételeket is készített az égből – felhőzet.

A mérési adatok feldolgozása: Az első lépés az adatbázis rendezése, a minőségbiztosítás, a mérések fizikai elvek szerint történő ellenőrzése. Ezt követi a turbulens áramok meghatározása a Monyin-Obukhov-féle hasonlósági elmélet alapján, majd a talajba jutó hőáram, illetve az energiamérleg komponensek becslése. Ezután következik majd az egyes napok közötti eltérések vizsgálata, az energia mérleg

komponensek elemzése. Az így feldolgozott adatbázis lehetőséget nyújt a mérsékeltvívi és a sivatagi felszínközeli réteg összehasonlítására, a földi és a marsi viszonyok közötti különbségek érzékelésére. (Jelenleg a meteorológiai adatok feldolgozásánál tartunk.)



3. ábra. Az átlagos napsugárzás (G) és sugárzási mérleg (Rn) a mérés első öt napján.



4. ábra. A szélesség mérések két szinten.

A globálisugárzás értéke a déli órákban 900 W/m^2 körüli. A homok nagy albedója és magas hőmérséklete miatt azonban a sugárzásegyenleg viszonylag kis értékű. Délelőtt „tisztá” a sugárzási menet, a délutáni órák átlagaiban megjelenő fluktuációkat a felhőzet, illetve a porvihar okozza. A 4. ábra a szélesség méréseket mutatja. Április 19-én és 20-án szélvihar volt. A gradiens természetesen pozitívok.

Összefoglalás: Az ELTE-n kifejlesztett mérőrendszer jól vizsgázott az utahi sivatagban. Adatai alkalmasak mikrometeorológiai és energetikai vizsgálatokra.

Irodalom:

- [1] Weidinger T. és Geresdi I. (szerkesztők), 2008: Mikrometeorológiai és Légkörfizika. A 32. Meteorológiai Tudomány Napok előadásai, OMSZ, Budapest, 183 oldal.
- [2] Larsen S.E., Jorgensen, H.E., Landberg, L. and Tillman, J.E., 2002: Aspects of the atmospheric surface layers on Mars and Earth. *Boundary-Layer Meteorol.* **105**, 451–470.
- [3] Ács F., 2008: A talaj-növény-légkör rendszer modellezése a meteorológiában: A növény párolgás és a talaj kapcsolata. Eötvös Kiadó, Budapest.
- [4] Istenes Z., Hargitai H., Tepliczky I., 2008: A Hunveyor-10 mérések informatikai rendszere az MDRS-en. A jelen kiadványban.