

# Esszé a talaj, a növényzet és a zivatarok közötti kapcsolatrendszeréről

## 1. Bevezetés

Az időjárás nemcsak légköri, hanem felszíni tényezőktől is függ. Ezen utóbbi hatásokról kevesebbet tudunk s ezért sokszor el is hanyagoljuk őket. Ezt pótolandó, e tanulmányban a szárazföldi felszín (talaj-növény rendszer) konvektív csapadékképződésre gyakorolt hatásaival foglalkozunk.

Az időjárás annál nagyobb mértékben függ a talaj-növény rendszer tulajdonságaitól, minél nagyobb a hőmérsékleti és a nedvességi kontraszt a talaj-növény rendszer és a talajközeli levegő között. Így a talaj-növény rendszer kifejezetten időjárás alakító tényező nyáron, amikor a talaj-növény rendszer felszíne forró (napi felmelegedés) és fölötte viszonylag hideg levegő van a szeles időjárás miatt. Vagy télen, amikor a talaj-növény rendszer fagyos és fölötte viszonylag meleg levegő van. Az előbbi esetben a levegő instabillá válik, ez intenzív konvekciót és Cb-képződést eredményezhet. Az utóbbi esetben a légkör a felszín közelében stabilis rétegződésű és a tájat gyakran köd borítja. Ilyenkor fagy esetén a fák zúzmarába burkolóznak, melynek vastagsága kisebb a gyengébb, míg nagyobb az erősebb szél esetén. A ködös időjárás lehet extrém jellegű is, ekkor a fákat beborító zúzmara kifejezetten vastag és ez lehet akár jeges zúzmara is.

A talaj-növény rendszer időjárás-alakító szerepének tanulmányozása az ún. nem-hidrosztatikus légköri mezoskálájú modellek megjelenésével vált különösképpen aktuálissá. E modellekkel a zivatartevékenység is többé-kevésbé sikeresen szimulálható (Horváth 2005a, 2005b). Manapság e modellek működtetésére és fejlesztésére több tudományos műhely is van. Az egyik legismertebb mezoskálájú modell az NCAR-ban (National Center of Atmospheric Research) kifejlesztett MM5 (Mesoscale Model Fifth- Generation) modell. A modellt a Magyar Meteorológiai Szolgálat is alkalmazza mind tudományos, mind információ-szolgáltatási célokra. A tudományos alkalmazások során a modellt a talaj-növény rendszer időjárás-alakító szerepének vizsgálatára is használtuk. Az első hazai alkalmazások eredményeit Horváth és mtsai. (2007, 2009), valamint Ács és mtsai. (2007) cikkeiben találhatjuk meg.

E tanulmány célja az, hogy a talaj-növény rendszer időjárás-alakító szerepét egyszerű és egyértelmű módon illusztráljuk. E kapcsolatrendszer létezését ugyan elfogadottnak tartjuk, de az ezzel kapcsolatos képünk, elképzelésünk sok esetben túl általános és ezért sok esetben pontatlan. Ez az esszé ezt a hiányt hivatott pótolni konkrét esettanulmányok eredményeinek illusztrálásával. Példáink a helyi, légtömegben belül képződő

zivatarokra vonatkoznak. Elemzéseinkben a zivatarok csapadékmezőit fogjuk szemlélni, ugyanis ezek intenzitása és térbeli eloszlása fontos időjárási tényező.

## 2. Anyag és módszer

Mint ahogy már említettük a szimulációkat az MM5 mezoskálájú légköri modellel végeztük. A kezdeti és határfeltételeket az ECMWF globális modellel számított mezők alapján határoztuk meg. A csapadékmezőket a HAWK (Hungarian Advanced Workstation) megjelenítő rendszer segítségével rajzoltuk ki. Az elemzett zivatarok 2005. április 18-án, 2006. augusztus 7-én és 2007. július 24-én alakultak ki. Az áprilisi esettanulmányunkat 12 óras (12–24 UTC között), az augusztusi esettanulmányunkat 18 óras (06–24 UTC között), míg a júliusi esettanulmányunkat 30 óras (0 órától másnap 6 óráig) időszakban szimuláltuk a korrekt kezdeti feltételek és az elegendően hosszú szimulálási idő biztosítása miatt.

## 3. Modellvizsgálati eredmények

Ebben az esszében – illusztrálandó a talaj-növény rendszer zivatartevékenységet meghatározó szerepét – csak érzékenységi vizsgálati eredményeket fogunk bemutatni. Ezúttal a modell verifikációjával nem foglalkozunk; a modell ugyanis sok más tanulmányban jónak bizonyult (pl. Horváth, 2005a, 2005b). Vizsgálatainkban a modell eredeti, valamint módosított változataival kapott eredményeket fogjuk összehasonlítani. Az eredeti modell az operatív gyakorlatban használt modell-változat; az így kapott eredmények az ún. „referencia-futtatás” eredményei. A módosított modell-változat a talajjal vagy a növényzettel kapcsolatos módosítást tartalmazó változat; az így kapott eredmények pedig a „módosított-futtatás” eredményei. Hangsúlyozzuk ki, hogy a két futtatás eredményei közötti eltérések csak és csak ebből az eltérésből erednek, ugyanis az összes többi feltétel (a modell összes többi eleme, a kezdeti- és határfeltételek stb.) megegyezik! A talaj hatásával kapcsolatos módosítás a talaj szabadföldi vízkapacitásértékének ( $\theta_f$ ) becslését (különböző parametrizációk összehasonlítása), míg a növényzettel kapcsolatos módosítások a növények gázcsere-nyílásainak (idegen szóval sztómák) működését érinti. A modell a talaj szabadföldi vízkapacitását a talaj vízvezető képessége ( $K(\theta)$ ) alapján értékeli. Az eredeti modell-változatban a  $\theta_f$  értékeket a  $K(\theta_f) = 0,5 \text{ mm}\cdot\text{nap}^{-1}$ , míg a módosított modell-változatban a  $K(\theta_f) = 0,1 \text{ mm}\cdot\text{nap}^{-1}$  feltétel alapján becsültük. A növényzet sztómaműködését illetően a következő a helyzet: az eredeti modell-változatban

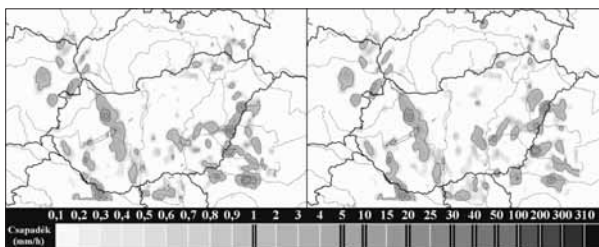
a sztómák záródásának/nyitódásának mértéke vagy sebessége független a talajnedvesség-tartalom változásaitól, azaz mindig ugyanakkora. A módosított modell-változatban a sztómák viszont nem egyforma sebességgel nyitódnak vagy záródnak különböző talajnedvesség-tartalom ( $\theta$ ) értékekre (pl. a száraz vagy a nedves esetben), hanem működésük mértéke nagymértékben  $\theta$  függő.

### 3.1 A talaj hatása

A talaj hatását egy nedves (2006.08.07.) és egy száraz nap esetében (2007.07.24.) illusztráljuk. Az alábbiakban ezeket fogjuk elemezni.

#### 2006. 08. 07.

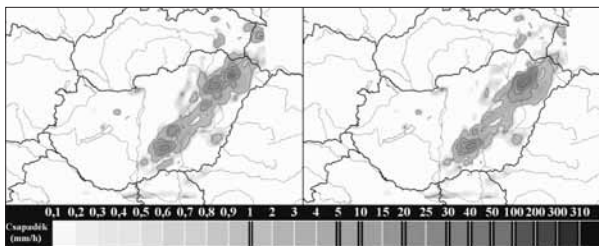
Az augusztusi zivatar 19:30 UTC-ra szimulált csapadékmezejét referencia- és módosított futtatás esetén az 1. ábra szemlélteti. A legnagyobb különbségek a román határ közvetlen közelében levő csapadékmezők között vannak. E csapadékmezők ugyan hasonlóak, de a különbségek egyértelműen észrevehetőek mind a területi eloszlásban, mind az intenzitásban. E különbségek nyilván annál nagyobbak, minél kisebb léptékben szemlélődünk. Mezo- $\gamma$  léptékben (Orlanski, 1975), ez 2–20 km-ig terjedő lépték, e különbségek már igen nagyok, míg mezo- $\beta$  léptékben, ez 20–200 km-ig terjedő lépték, gyakorlatilag elhanyagolhatók.



1. ábra: 1 órás kumulált csapadékösszegek területi eloszlása 2006. 08. 07., 19:30 UTC-kor a referencia- (bal oldalt, Hillel (1980) parametrizációja,  $K(\theta) = 0,5 \text{ mm-nap}^{-1}$  feltétel alapján) és a módosított-futtatás (jobb oldalt, Lee és Pielke (1992) parametrizációja,  $K(\theta) = 0,1 \text{ mm-nap}^{-1}$  feltétel alapján) esetén.

#### 2007.07.24.

A júliusi zivatar 20:00 UTC-ra szimulált csapadékmezejét a referencia- és a módosított-futtatás esetén a 2. ábrán láthatjuk.



2. ábra: 1 órás kumulált csapadékösszegek területi eloszlása 2007.07.24., 20:00 UTC-kor a referencia- (bal oldalt, Hillel (1980) parametrizációja,  $K(\theta) = 0,5 \text{ mm-nap}^{-1}$  feltétel alapján) és a módosított-futtatás (jobb oldalt, Lee és Pielke (1992) parametrizációja,  $K(\theta) = 0,1 \text{ mm-nap}^{-1}$  feltétel alapján) esetén.

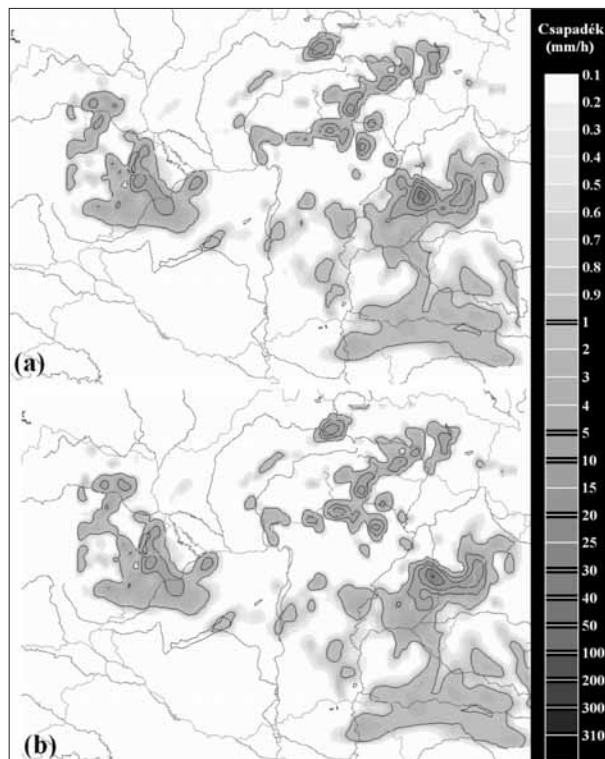
Mezo- $\gamma$  léptékben a kapott csapadékmezők közötti eltérés jelentős. A referencia-futtatás esetén öt csapadékösszeg-maximum, míg a módosított-futtatás esetében két csapadékösszeg-maximum látható. Az északi csapadékösszeg-maximumok területi eloszlásában is jelentős különbségek. A módosított-futtatás esetében a csapadékösszeg-maximum többnyire keletre esik a Keleti-főcsatornától. Ezzel szemben a referencia-futtatás esetében két csapadékösszeg-maximum van: a Keleti-főcsatornától nézve egy nyugati és egy keleti maximum. Látható az is, hogy e különbségek mikro- $\alpha$  léptékben (0,2–2 km) még nagyobbak, de mezo- $\beta$  léptékben (20–200 km) egyértelműen kisebbek.

### 3.2 A növényzet hatása

A növényzet hatását két nedves nap (2005.04.18 és 2006.08.07) esetében illusztráljuk.

#### 2005. 04. 18

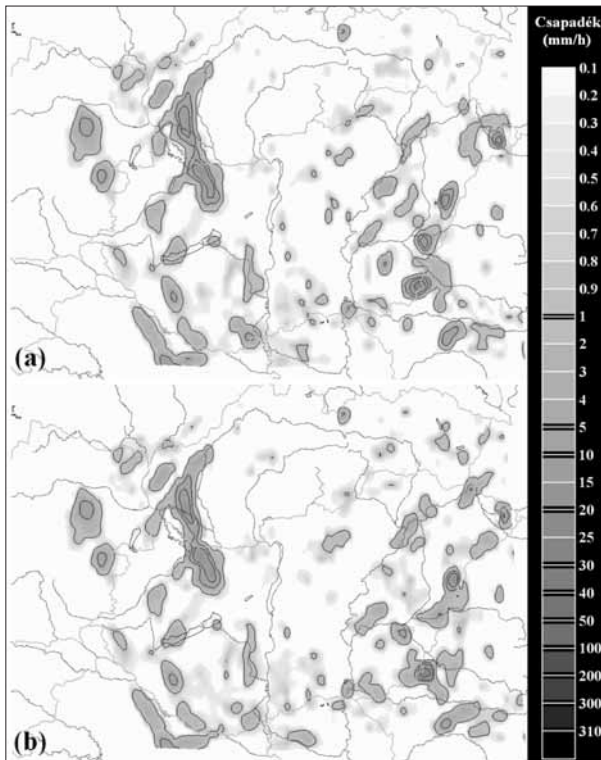
A referencia- és a módosított-futtatás esetén kapott 15 perces csapadékösszegek területi eloszlása 2005.04.18-án 18 UTC-kor a 3. ábrán látható. A két futtatás eredményei közötti eltérések Hortobágy környékén a legszembetűnőbbek.



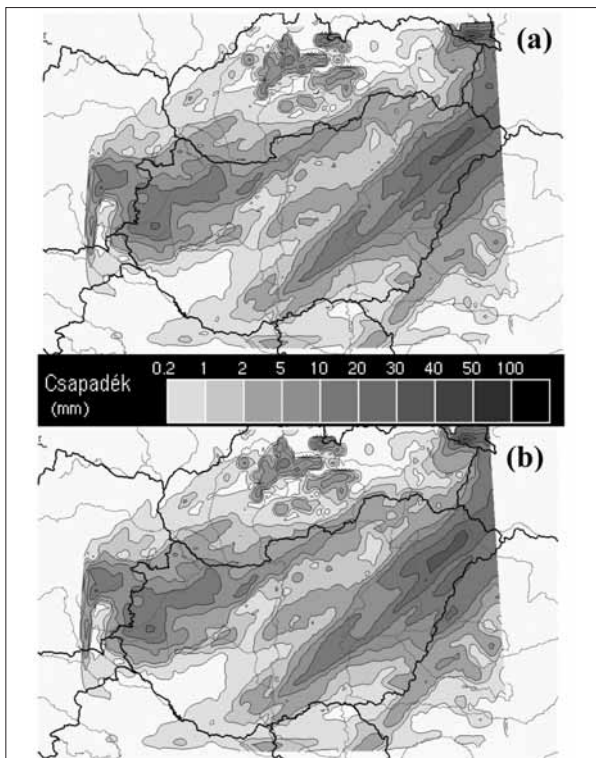
3. ábra: Szimulált 15 perces csapadékösszegek területi eloszlása 2005.04.18-án 18 UTC-kor a) a referencia-futtatás és b) a módosított-futtatás esetén.

#### 2006.08.07.

A referencia- és a módosított-futtatás esetén kapott 15 perces csapadékösszegek területi eloszlását 2006. augusztus 7-én 18 UTC-kor az 4. ábrán láthatjuk.



4. ábra: Szimulált 15 perces csapadékösszegek területi eloszlása 2006.08.07-én 18 UTC-kor a) a referencia-futtatás és b) a módosított-futtatás esetén.



5. ábra: Szimulált 24 órás csapadékösszegek területi eloszlása 2007.07.24-én 06 UTC-tól 2007.07.25-én 06 UTC-ig a) a referencia-futtatás és b) a módosított-futtatás esetén.

A különbségek Tiszántúl területén a legszembetűnőbbek. A mezők formai különbségei mellett csapadékösszegbeli különbségek is láthatók. Referencia-futtatás esetén az ukrán és román határhoz közeli területek csapadékmező-értékei egyértelműen nagyobbak, mint a módosított-futtatás esetén. Említsük meg azt is, hogy ekkora nagyságú különbségek más időpontokban is voltak. A különbségek – ugyanúgy, mint a talaj esetében – mikro- $\alpha$  léptékben (0,2-2 km) a legnagyobbak, mezo- $\gamma$  léptékben egyértelműen észrevehetőek, míg mezo- $\beta$  léptékben gyakorlatilag elhanyagolhatóak. Láthatjuk azt is, hogy a két hatás eredményezte különbség összemérhető, azaz nem mondható az, hogy a növényzet hatása nagyobb, mint a talajé.

Hangsúlyozzuk ki azt is, hogy az előbb bemutatott érzékenység csak egyes paraméterekre vagy hatásfüggvényekre jellemző. Sok más paraméter vagy hatásfüggvény esetében ez nem áll fenn. Azt, hogy ez így van, a talaj kvarctartalmát jellemző paraméter példáján illusztráljuk. A módosított-futtatás esetén a talaj kvarctartalmát – minden egyes talaj típus esetén – 60%-kal csökkentettük a referencia-futtatásban használt értékekhez képest. Az így kapott csapadékmezőket az 5. ábrán hasonlíthatjuk össze. Láthatjuk, hogy szinte semmilyen különbség sincs a referencia- és a módosított-futtatás csapadékmezői között.

### Következtetések

E tanulmányban a talajnak és a növényzetnek időjárás-alakító szerepét elemeztük. Eredményeink alapján a talaj-növény rendszer időjárás-alakító szerepe a konvektív típusú időjárási helyzetekben, mezo- $\gamma$  léptékben igen nagy. Példáink azt is illusztrálták, hogy a talaj hatása a zivatarfelhőkben uralkodó csapadékképződési folyamatokra semmivel sem kisebb a növényzet hatásánál.

E vizsgálatok eredményei csupán kezdeti eredmények; a vizsgálatokat statisztikailag is értékelni fogjuk. Az viszont már látható, hogy a talajnak és a növényzetnek a zivartartevékenységben gyakorolt hatása nem hanyagolható el. Véleményünk szerint a 'lehetséges hatások sokasága' sincs feltérképezve, azaz olyan hatások is lehetségesek, melyeket a mai legmodernebb modellek számításba sem vesznek. Pl. elképzelhető, hogy a talaj humusz (szerves-anyag) tartalma -- szabályozva a talaj telítési vízvezető-képességét -- jelentős hatással rendelkezik a csupasz talaj és a növényzet párolgására és így a képződő csapadék területi eloszlására és intenzitására is. De más hatások is lehetségesek; ezek teljes, vagy lehetőleg minél teljesebb feltérképezése a jövő feladata.

**Ács Ferenc és Breuer Hajnalka**  
**ELTE Meteorológiai Tanszék**  
**Horváth Ákos, OMSZ**



### Irodalomjegyzék

- Ács, F., Horváth, Á., Geresdi, I., és Breuer, H., 2007: A mikrometeorológiai és a felhőfizikai folyamatok kapcsolatrendszer.
- Légkörfizika és mikrometeorológia, 32. Meteorológiai Tudományos Napok, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 40–52 pp.
- Hillel, D., 1980: Applications of Soil Physics. Academic Press, 385 pp.
- Horváth, Á., 2005a: A 2005. május 18-i vihar meteorológiai leírása. Légkör, 50. évf., 3. szám, 12-16.
- Horváth, Á., 2005b: A 2005. április 18-i mátrakeresztesi árvíz meteorológiai háttere. Légkör, 50. évf., 2. szám, 6-9.

- Horváth, Á., Ács, F., és Geresdi, I., 2007: Sensitivity of severe convective storms to soil hydro-physical characteristics: A case study for April 18, 2005. Időjárás, Vol. 111, 221-237.
- Horváth, Á., Ács, F. és Breuer, H., 2009: On the relationship between soil, vegetation and severe convective storms: Hungarian case studies. Elfogadva az Atmospheric Research szakfolyóiratban.
- Lee, T. J. és Pielke, R. A., 1992: Estimating the soil surface specific humidity. J. Appl. Meteorol., 31, 480–484.
- Orlanski, I., 1975: A Rational Subdivision of Scales of Atmospheric Processes. B. Am. Meteorol. Soc., 56, 527–530.

## Olvastuk

### Új képek egy aktív jéghold felszínéről

A Cassini-űrszonda októberben kétszer is randevűzött a Szaturnusz aktív gejzírkítőréseket is mutató Enceladus holdjával. A szonda 2008 október 9-én minden korábbinál közelebb, 25 km-re haladt el az égitest felszíne felett- akkor azonban túl gyorsan kellett volna mozgatni a kamerát, hogy jó képek készüljenek. A Cassini október 31-én közel 200 km-re közelítette meg az Enceladust, és újabb részletes felvételeket készített a gejzírjellegű kítőrések forrásairól. A fotózásra második alkalommal a távolság jobban megfelelt. Természetesen most is a vulkanikusan aktív, a déli sarkvidéken lévő, „tigriskarmolásoknak” nevezett terület felett történt a randevű. A közelítés azért is fontos volt, mert hasonlóan részletes megfigyelésekre egyelőre nem lesz lehetőség. A Szaturnuszhoz a Nap körüli, illetve az Enceladusnak a bolygó körüli keringése során ugyanis egy ideig olyan geometriai helyzet áll elő, amelyben a hold déli sarkvidéke gyakran árnyékos terület lesz. Erős napfény hiányában pedig nem lehet olyan látványos felvételeket rögzíteni, mint amilyenek most készültek.

Űrkaleidoszkóp XXII.évf. 12. szám



### A felhők tetején a Vénusz légkörében

A Venus Express űrszonda ultraibolya és infravörös felvételei alapján megbecsülték, hol vannak emelkedő és süllyedő gáztömegek a bolygó légkörében. Az új mérések alapján a felhők tetejének magasságát is sikerült a korábban ismertnél pontosabban meghatározni. A Föld-típusú bolygók közül a Vénusznak van a legsűrűbb atmoszférája a Naprendszerben. A főleg szén-dioxidból álló légkör tömege mintegy százszorososa a földinek. Az erős üvegházhatás miatt a felszínen napszaktól függetlenül 450 °C körüli hőmérséklet uralkodik. 40–60 km-es magasságban átlátszatlan, kénsavas cseppeket tartalmazó felhők találhatók.

A Venus Express-t főleg ennek az extrém légkörnek a vizsgálatára tervezték. Egyik fontos előnye a korábbi hasonló űreszközökhöz képest az, hogy az eltérő hullámhosszakon végzett megfigyelésekkel a felhőzet több jellemzőjét eltérő magasságokban tudja vizsgálni. Az eddig végzett elemzések nyomán született új eredményeket közölte a napokban az

Európai Űrügynökség (ESA). Az ultraibolya tartományban a légkör és a felhők megjelenése a felettünk lebegő, sugárzást elnyelő komponensek koncentrációjára és kémiai összetételére is utal. A kérdéses molekulák mibenléte pontosan még nem ismert, de a legesélyesebb jelöltek a különböző kéntartalmú anyagok. Ezek a felszín közeléből származnak, és talán a vulkáni aktivitás keretében jutnak az atmoszférába. Nagyobb magasságban aztán többségük az intenzív napsugárzástól idővel lebomlik. Koncentrációjuk ezért a feláramló mennyiségre, illetve a magasban töltött időtartamra is utal.

Míg az infravörös hullámhosszakon folytatott vizsgálatok a hőmérséklet eloszlására utalnak, az ultraibolya tartomány a leírt folyamat révén az áramlások rekonstrukciójában segít. Az új mérések alapján kiderült, hogy az egyenlítői, viszonylag meleg térség azért mutatkozik sötétnek az ultraibolya tartományban, mert ott a magasban sok sugárzáselnyelő anyag lebeg. Ebben a zónában tehát viszonylag erős feláramlás jellemző, ami a magasba juttatja a kérdéses összetevőket. Ezzel ellentétben a közepes szélességeken erős a légkör ultraibolya sugárzása, itt tehát kevesebb azt elnyelő anyag lebeg. A mérések alapján innen lefelé haladva egy ideig csökken a hőmérséklet, ami megakadályozza az intenzív feláramlást, ezért az ultraibolyát elnyelő anyag nem kap utánpótlást. A sarkvidéken lévő hatalmas, gyűrű alakú örvény területén pedig leáramlás jellemző, itt a gáz a mélybe süllyed.

Az új mérések alapján a felhők tetejének magasságát is sikerült a korábban ismertnél pontosabban meghatározni. Eszerint alacsony és közepes szélességen egyaránt 70 kilométerig emelkednek a felszín fölé, majd a pólusok felé haladva, a 60 fokos szélesség környékén süllyedni kezd a felhőszint teteje. A 2000 km átmérőjű déli sarkvidéki örvény területén, ahol a gáz 2–3 nap alatt jár körbe, közel 64 km-re csökken a magasság.

A bolygó légkörének jobb megismerése nemcsak az atmoszférában zajló folyamatok okainak megértésében segít, hanem annak megválaszolásához is közelebb vihet bennünket, hogy a kezdetekben Földünkhez jobban hasonlító bolygó miként vált a mai forró, lakhatatlan felszínű égitestté.

Űrkaleidoszkóp, XXIII.évf. 1. szám

Közreadja: H. Bóna Márta