

L É G K Ö R

53. évfolyam

2008. 3. szám



LÉGKÖR

53. évfolyam
2008. 3. szám

Felelős szerkesztő:
Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztőbizottság
elnöke

Szerkesztő bizottság:
Dr. Bartholy Judit
Bihari Zita
Bóna Márta
Dr. Gyuró György
Dr. Haszpra László
Dr. Hunkár Márta
Ihász István
Nagy Zoltán
Dr. Putsay Mária
Szudár Béla
Tóth Róbert

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Bozó László
az OMSZ elnöke

Készült:
Az FHM Kft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:
Modla Lászlóné

Évi előfizetési díja 1400 Ft+Áfa

Megrendelhető
az OMSZ Pénzügyi Osztályán
Budapest, Pf.: 38. 1525

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI
SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR
METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

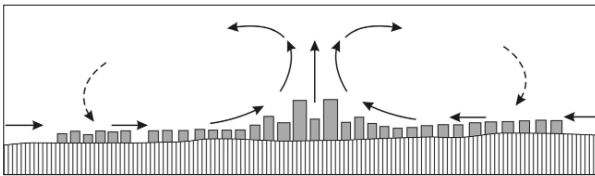
Címlapon: Cirrocumulus felhők a Tofana de Rozes csúcsa fölött
a Dolomitokban Cortina d' Ampezzo közelében
2006 szeptember 6-án.
(Gránásy Tamás felvétele)

Gál Tamás, Unger János: Lehetséges ventilációs folyosók feltérképezése érdességi paraméterek alapján egy városi területen	2
Haszpra László: Könyvismertetés	8
Dunkel Zoltán: Néhány szó a GEO-ról egy konferencia részvétel ürügyén	10
Gyuró György, Tóth Tamás: Blokkoló anticiklonok szerepe nagy csapadékmennyiséggel járó időjárási helyzetek kialakulásában	14
Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Gelybó Györgyi, Szabó Péter: Milyen mértékű változás várható a Kárpát-medence éghajlati szélsőségeiben a XXI. század végére?	19
Lakatos Mónika, Bella Szabolcs, Bihari Zita: A 2008. évi nyári zivatarok néhány statisztikai jellemzője	24
Kiss Márton, Roszik Róbert: Felhőszakadások júniusa	28
Bérczi Szaniszló, Koppány György: Lakaható marad-e a Föld? ..	32
Tamáskovics Károly: Luka Ferencné (1951–2008)	35
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI	36
Tóth Tamás: A Magyar Meteorológia Társaság 2008. évi Vándorgyűlése	36
Bihari Zita: HUNGEO 2008	38
Baranka Györgyi: Az European Meteorological Society 10. közgyűlése	39
Bella Szabolcs: 2008 nyarának időjárása	40

A lehetséges ventilációs folyosók feltérképezése érdességi paraméterek alapján egy városi területen

1. Bevezetés

A városi és a természetes területek felszínének geometriája, víz és energiaegyenlege jelentősen eltér, ennek hatására létrejön egy jellegzetes tulajdonságokkal rendelkező városi klíma. Az egyik legfeltűnőbb jelenség a városi légtér termális módosulása (városi hősziget, urban heat island – UHI), valamint a városok területén – a felszínnek a külterületeknél jóval nagyobb érdessége miatt – az átlagos szélesség kisebb (Oke, 1987). Viszont megfelelő időjárási körülmények között létrejöhet egy lokális légáramlási rendszer is, az ún. városi szél, amit a jól ismert tengeri-parti szél analógiájaként értelmezhetünk. Kialakulásának alapfeltétele a gyenge regionális légáramlás, hajtóerejét a városi légtér magasabb hőmérséklete szolgáltatja. Ha a vízszintes hőmérsékleti (és ennek következtében a nyomás) gradiens megfelelő mértékű, akkor az UHI középpontjának (ami gyakran egybeesik a városközponttal) irányába beáramlás jön létre a felszín közeli légrétegekben. A hőszigetnek köszönhetően a központban egy feláramlási zóna alakul ki és a magasabb rétegekben a vidéki területek felé irányuló ellenáramlást tapasztalhatunk (1. ábra).



1. ábra A hősziget cirkuláció sémája (Noto, 1996)

Nappal a beáramlás a tetőszinti réteg (urban canopy layer – UCL) felett figyelhető meg, mivel ilyenkor a besugárzás hatására a tetőszintbe helyeződő aktív felszín miatt ez a légréteg melegedik fel jelentősebben. Ebben az időszakban az erőteljes légköri labilitás miatt a kisebb horizontális hőmérsékleti gradiens (azaz gyengébb UHI) is elegendő az áramlási rendszer kialakulásához. Éjjel a tetőszint alatt az épületek közti légrétegekben (azaz az UCL-ben) egy nagyobb hőmérsékleti gradiens tapasztalható, mivel a hőszigetet kialakító tényezők ekkor ebben a rétegben éreztetik hatásukat, ezért a beáramlás is itt jelentkezik (Barlag and Kuttler, 1990).

Ez a cirkulációs rendszer lehetőséget ad a városi levegő minőségének javítására (Vukovich, 1971). A beáramlás mélysége a felszínérdesség függvénye, tehát ahol az érdesség alacsony és közvetlen kapcsolat van a külterületekkel, ott a beáramlás elérheti a város központi területeit és mérsékelheti a légszennyezettséget. Ezeket a területeket áramlási vagy ventilációs folyosóknak nevezzük.

A felszín légáramlásra gyakorolt hatásai az érdességi

paraméterekkel számszerűsíthetők. Ezek a paraméterek azt jellemzik, hogy a felszín milyen hatékonyan alakítja át a légáramlás energiáját turbulens mozgásra a felszíni határreteg alsóbb rétegeiben (Davenport et al, 2000). Munkánkban a leggyakrabban használt paramétereket, így az érdességi magasságot (z_0) és az érdességi rétegvastagságot (z_d) alkalmazzuk (Lettau, 1969).

Az érdességi rétegvastagság (z_d) a szélességprofil – amit a felszíntől távolodva megközelítően logaritmikusan növekvő értékekkel írhatunk le – érdességi elemek miatti eltolódását jellemzi. Ez áramlástan szempontból úgy fogható fel, mintha a z_d értékkel jellemzett magasságba helyeződne át a felszín, hiszen az ez alatti légrétegben található áramlások már nincsenek kapcsolatban és nem gyakorolnak lényegi hatást a magasabb légréteg áramlási viszonyaira. A z_0 a felszín érdességi elemeinek együttes fékező hatását méri, formálisan azt a felszín (vagy a légáramlások számára felszínként viselkedő réteg) feletti magasságot jelöli, ahol a szélesség nullává válik. Nagysága függ az érdességi elemek nagyságától, alakjától és eloszlásától. Értéke a nyugodt vízfelszín néhány század mm-étől az erdők és települések néhány m-éig terjed.

A teljesség igénye nélkül néhány további fontos paraméter – amelyek részben a z_0 és z_d meghatározásához szükségesek – még az épület alapterület arány (λ_p), az épület alapterület arány magassági szintenként ($a_p(z)$), a frontális felület arány (λ_F), a teljes kitettség arány, a magasság-szélesség arány, a frontális felülettel súlyozott átlagos magasság, az effektív magasság (Matzarakis and Mayer 1992, Bottema 1997, Grimmond and Oke 1999, Burian et al, 2002). Burian et al. (2002) munkájukban egy kimerítő összefoglalást adnak a leggyakrabban használt érdességi paraméterek kiszámításáról egy Los Angeles központi részén fekvő mintaterületen. Az érdességi paraméterek számítását térinformatikai rendszerben (GIS) végezték, amihez 3D városi adatbázist, felszínborítási adatokat, digitális domborzatmodellt (DEM) és úthálózati térképet használtak fel. Az átlagos paramétereket a teljes területre és felszínhasználati kategóriánként is kiszámolták, továbbá magassági szintenként és gridhálózatra is végeztek kalkulációkat.

Grimmond and Oke (1999) említést tettek egy a fák porozitását leíró együtthatóról. Úgy véljük, hogy egy ehhez hasonló paraméter, ami nem a fák, hanem az UCL porozitását írja le, hasznos lehet a városi területek áramlási viszonyainak vizsgálatához.

Amennyiben sikerül érdességi paraméterek térbeli eloszlásának feltérképezése, lehetőség nyílik arra, hogy meghatározzuk a városi levegőkörnyezet számára előnyös hatással bíró áramlási folyosók feltételezett

helyeit. *Matzarakis and Mayer* (1992) így összegzik az áramlási folyosókra vonatkozó feltételeket:

- az érdességi magasság értéke kisebb 0,5 m-nél,
- elhanyagolható mértékű az érdességi rétegvastagság,
- legalább 1 km hosszú,
- szélessége legalább kétszer-négyszer nagyobb a körülvéő objektumok magasságánál, de legalább 50 m,
- szélei csak kis mértékben tagoltak,
- a folyosóban lévő érdességi elemek szélessége nem nagyobb a folyosó szélességének 10%-ánál,
- a folyosóban lévő objektumok magassága nem nagyobb 10 m-nél,
- a folyosóban lévő objektumok hosszabbik oldala párhuzamos a folyosó oldalával,
- egy adott objektumra vonatkozó magasság-szélesség arány a folyosón belül nem lehet nagyobb épületek esetén 0,1 és fák esetén 0,2-nél.

Hogy valóban hasznosak legyenek ezek a folyosók, fenntartásuk és továbbfejlesztésük érdekében a következőkre érdemes odafigyelni (*Barlag and Kuttler* 1990):

- meg kell őrizni a közel egyenes, nyílt és a központ felé irányuló területeket,
- ezen a szabad területeken a felszín érdességét alacsony szinten kell tartani,
- a beáramlási területek felszínborítását úgy érdemes változtatni, hogy hűtő hatást fejtsen ki a városközpont felé áramló levegőre,
- minimalizálni kell a légszennyezést azokon a területeken, ahonnan a beáramló levegő származik.

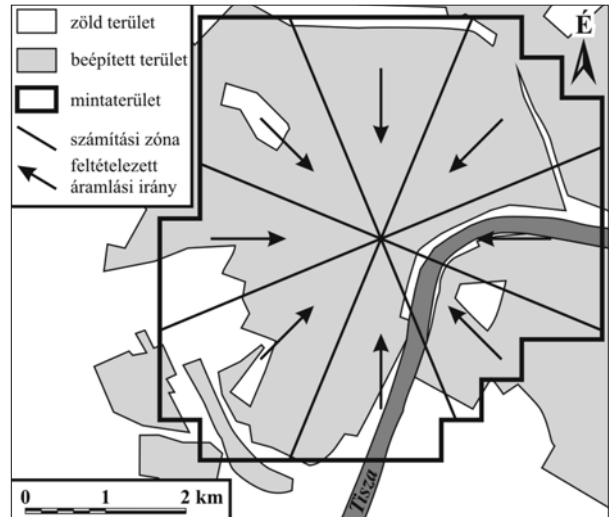
Munkánk célja, hogy egy olyan felszínérdesség térképezési eljárást dolgozzunk ki, ami morfológikus módszeren alapul és egy 3D épület-adatbázist használ fel egy teljes városra kiterjedő mintaterületen. Bővebben:

- bemutatjuk a térképezési eljárásnál alkalmazott morfológikus számítási módszer alkalmazását szabálytalan épületrendezés esetén,
- tárgyaljuk a városi tetőszint réteg porozitás számításának megközelítési lehetőségeit,
- kijelöljük a lehetséges áramlási folyosókat a számított érdességi paraméterekre és a további geometriai jellemzőkre vonatkozó kritériumok alapján.

2. A vizsgált terület és a felhasznált adatok

Szeged (46°É, 20°K) sík területen fekszik az ország DK-i részén, tengerszint feletti magassága 79 m körüli. A Trewartha-féle klímaosztályozás alapján a D.1 osztályba (kontinentális klíma hosszabb meleg évszakkal) tartozik, hasonlóan az ország nagy részéhez (*Unger* 1996). A város közigazgatási területe 281 km², azonban a városiasnak tekinthető területek mindösszesen 30 km²-re terjednek ki. Szerkezete jellegzetesen körutas-sugárutas, a lakosság száma 165 000 fő körüli.

Az utóbbi néhány év szegedi városklimatológiai vizsgálatait, ideértve a kiterjedt UHI méréseket és a városi 3D épület-adatbázis létrehozását, egy 26 km²-es területre terjedtek ki (2. ábra) (*pl. Unger* 2006). Jelen munka támaszkodik a korábbi eredményekre, ezért ebben az esetben is ezt választottuk vizsgálati területnek.



2. ábra A vizsgált terület és a frontális felület számítási zónái Szegeden

A 3D épület-adatbázis több mint 22 000 épület magassági és egyéb geometriai adatait tartalmazza az Arc View shape formátumú fájl attribútum táblázatában. Azért ezt a szoftvert választottuk, mert az adatok tárolása mellett a később részletezendő számítások is elvégezhetőek a segítségével. Az adatbázis felépítésének és létrehozásának részletes leírása megtalálható *Unger et al.* (2006) munkájában.

3. A felszín légáramlásra gyakorolt hatásának számszerűsítése

3.1. A felszínérdesség számítása

Az érdességi magasság és az érdességi rétegvastagság kiszámítására számos módszer ismeretes, melyek három csoportba sorolhatók (*Grimmond et al.* 1998):

- mikrometeorológiai módszerek, amelyek a terepen elvégzett szél és turbulencia méréseken alapulnak,
- érdesség osztályozási módszerek, amelyek egy területet vizuális megfigyelés alapján sorolnak be érdességi osztályokba,
- morfológikus módszerek, amelyek a felszíngeometria számszerűsítésén alapulnak.

A legtöbb mikrometeorológiai módszer során egy (vagy néhány) megfelelően felműszerezett toronyban több szinten szél és turbulencia méréseket végeznek és az itt mért adatokból kiindulva a logaritmusos szélprofil egyenlet alapján számítják ki az érdességi magasság és érdességi rétegvastagság értékeit. Az egyenlethez szükséges legalább három szélesség adat, amit különböző – az átlagos érdességi elemek feletti – magassá-

gokban mérnek. A becsült érdességi értékek a szélirány függvényében eltérőek és az eljárás igen érzékeny a hibákra (Oke 2004). Ez a módszer nem alkalmas részletes érdességi térképezés elvégzésére, mivel igen költséges és szinte lehetetlen vállalkozás lenne a megfelelő térbeli felbontáshoz szükséges mérőtornyok telepítése egy kiterjedt városi területen.

Az érdesség osztályozási eljárások alapelve az, hogy a vizsgált területen a z_0 és z_d értéke megközelítőleg azonos lesz egy hasonló felszínborítású területen korábban mért értékekkel. A széles körben elterjedt Davenport módszer 8 érdességi osztályt tartalmaz. Egy területet vizuális módszerrel sorol be ezen osztályok valamelyikébe, amihez légifotókat vagy felszínborítási térképet használ fel (Davenport et al. 2000). A módszer előnye az, hogy a lehetséges hiba mindig kisebb az adott érdességi osztályba tartozó z_0 értékek intervallumánál, azonban csak két olyan kategóriát tartalmaz, ami a beépített területekre vonatkozik, tehát nehezen alkalmazható városi környezetek részletes érdességi térképezésére (Oke, 2006).

Számos morfometrikus módszer ismeretes, melyek mindegyike a felszín morfológiáját leíró adatbázison alapul. Az egyszerűbbek az érdességi elemek átlagos magasságát és sűrűségét veszik számításba (pl. Counihan 1975, Bottema 1997). A kifinomultabb eljárások már figyelembe veszik a frontális felület arányt, az átlagos magasságot és épület sűrűséget is (Grimmond and Oke, 1999).

A fent említett módszerek szabályos épület-elrendezést alkalmazó szélcsatorna kísérleteken alapulnak. Kevés olyan módszer van, aminél megkísérelték az összefüggést kiterjeszteni szabálytalan (tehát a valóságot sokkal jobban közelítő) elrendezésre. Az egyik ilyen a Bottema and Mestayer (1998) által bemutatott, melynek során a felszínérdesség térképezést egy 2,7 km x 2,2 km méretű városi területen végezték el. A módszer kataszteri adatbázison alapul (vektoros formátumú épület-adatbázis) amiben az épületeket poligonok reprezentálják, melyekhez épület alap- és tetőmagassági adatok tartoznak. A számítás alapja az általuk rugoxel-nek nevezett térbeli egység, ami egy 2D-s gridcella és a mérete 50 m és 450 m között változik. Az épület-poligonokat úgy alakították át, hogy mindegyik konvex legyen és beleférjen egy rugoxel-be. Minden ilyen cellára kiszámították a z_0 és z_d értékeit, amiket mint cellánkénti átlagos értékeket foghatunk fel.

Ratti et al. (2006) a λ_p , z_H , λ_F értékeket az irodalomból már ismert képletek alapján (Grimmond and Oke, 1999) egy olyan felszínmodellből számították ki, amely tartalmazza a domborzatot és a vizsgált városi terület épületeit. Azonban számításaik csak kis területre (400 m x 400 m) vonatkoztak három városban (London, Berlin és Toulouse).

Munkánkban az érdességi magasság számításának alapja egy olyan morfometrikus módszer, mely eredeti-

leg szabályos épület-elrendezésre készült, azonban bizonyos közelítésekkel és egyszerűsítésekkel Bottema and Mestayer (1998) szerint alkalmazható szabálytalan elrendezés esetében is:

$$z_0 = (h - z_d) \exp\left(-\frac{\kappa}{\sqrt{0,5 \cdot C_{Dh} \cdot \lambda_F}}\right) \quad (1)$$

ahol h a térfogattal súlyozott átlagos magasság ($h = (\Sigma(\text{épület magasság} \cdot \text{az épület térfogat}))/(\text{a teljes épület térfogat})$), κ a Kármán konstans (0,4), C_{Dh} a légellenállási együttható (0,8) (Counihan 1975, Bottema and Mestayer 1998). A képlethez továbbá szükséges a frontális felület arány (λ_F), ami a következő módon számítható ki: $\lambda_F(\theta) = (\text{az épületek frontális felületeinek összege}(\theta))/(\text{a teljes vizsgált terület})$ (Burian et al. 2002, Ratti et al. 2006). A θ szög az áramlási iránynak felel meg, mivel ettől függ az áramlásra hatást kifejtő frontális felület nagysága. A konstansok behelyettesítésével az (1) egyenlet a következő egyszerűbb formát kapja:

$$z_0 = (h - z_d) \exp\left(-\sqrt{\frac{0,4}{\lambda_F}}\right) \quad (2)$$

Az érdességi rétegvastagságot egy egyszerű hatványközelítéses képlettel számíthatjuk ki:

$$z_d = h \cdot (\lambda_p)^{0,6} \quad (3)$$

ahol λ_p az épület-alapterület arány ($\lambda_p = (\text{az épületek alapterületeinek összege})/(\text{a vizsgált terület nagysága})$). Szabálytalan épület-elrendezés esetén ez a képlet egy egyszerű közelítést ad a z_d értékére, anélkül, hogy számba venné az épületek és az azok között a légáramlás által létrehozott recirkulációs zónák térfogatát (Bottema and Mestayer 1998).

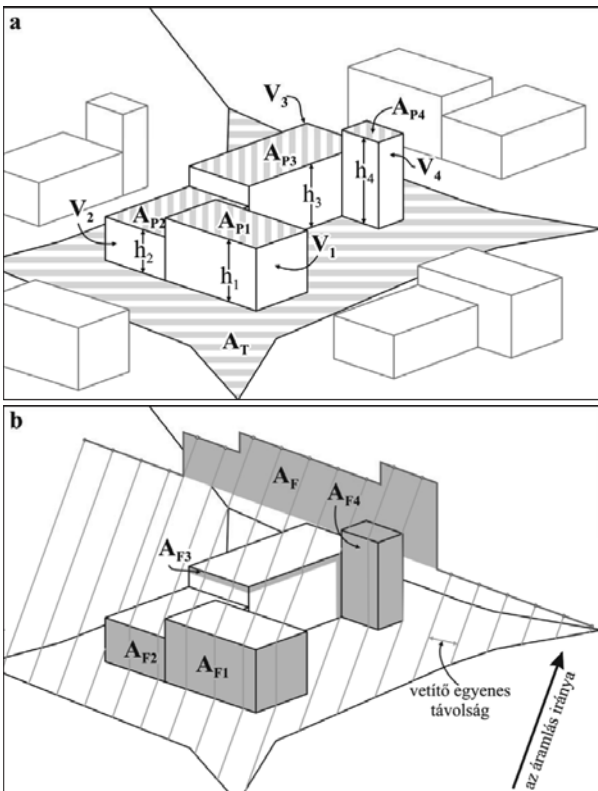
A képletek kiszámításához olyan kisebb területegységekre van szükség, amelyeket szabályos épület-elrendezés esetén könnyű értelmezni, viszont egy valódi városi terület esetében már nem olyan egyértelmű a lehatárolásuk. Továbbá megállapítható, hogy a frontális felület számítása egy szabályos gridhálózatra nem lehetséges, mivel számos épület nagyobb, mint egy cella, ill. jelentős számú épületet a cellahatárok kereszteznek (Burian et al. 2002). Ezért – összhangban a Grimmond and Oke (1999) által bemutatott megközelítéssel – a vizsgált területet szabálytalan alakú „telek” poligonokra bontottuk fel, amely felosztásnak az alapját a szomszédos és érintkező épületekből összevont épülettömbök adták (3. ábra). A poligonok lehatárolása az ArcView egy beépített algoritmusával (Assign Proximity) történt, amely működése során egy adott vizsgált terület minden pontjában megállapítja, hogy az a pont egy előre megadott pont vagy poligon adatbázis melyik eleméhez esik legközelebb. Az ilyen elv alapján az azonos objektumhoz (ebben az esetben épülettömbhöz) közel eső pontok így egy szabálytalan poligont alkotnak.



3. ábra A „telek” poligonok lehatárolása a vizsgált terület egy részletén (a: épülettömbök, b: különböző épületek határai, c: „telek” poligonok határai)

A számításához szükséges paraméterek értelmezését a 4. ábra szemlélteti. A poligonok lehatárolását követően kiszámítottuk a teljes poligon területet (A_T) (4.a ábra). Az épület alapterület (A_P) nem más, mint az egy épülettömbbe tartozó épületek alapterületeinek (A_{P1} , A_{P2} , A_{P3} , ..., A_{Pn}) összege. Az adott poligonra vonatkozó épület-alapterület arányt (λ_p) az épület alapterület és a teljes poligon terület hányadosa adja ($\lambda_p = A_P/A_T$).

A frontális felület arány meghatározásához szükségünk volt az épületeknek egy adott irányba vett frontális felületére (4.b ábra). Az egy épülettömbbe tartozó épületek frontális felületeinek (A_{F1} , A_{F2} , A_{F3} , ..., A_{Fn}) összege adja a teljes frontális felületet (A_F). Mivel fő célunk az volt, hogy a felszínnek a város által generált hősziget cirkulációra gyakorolt hatását vizsgáljuk, ezért a vizsgált területet 8 részre osztottuk fel és minden egyes



4. ábra A számításokhoz szükséges paraméterek és azok értelmezése szabálytalan épületelezés esetén

ilyen számítási zónában a városközpont felé irányuló áramlást tételeztünk fel (2. ábra). A frontális felület kiszámítását egy Avenue script formátumú algoritmussal oldottuk meg. Az algoritmus vetítő egyeneseket rajzol a vizsgált területre – a felhasználó által meghatározott felbontásban – és ezek segítségével elvégzi a felhasználó által definiált irányban tapasztalható frontális felület összegzését (4.b ábra). A számítás alapelve, hogy minden egyenes mentén a poligonok mindegyikében megkeresi a legnagyobb épületmagasságot. A frontális felület az adott telek poligonra eső egyeneseknél mért legnagyobb épületmagasságok és a kiértékelésnél beállított felbontás szorzatainak összege. Az algoritmust mind a 8 számítási zónában (2. ábra) 5 m-es felbontással, külön-külön futtattuk le.

3.2. A városi tetőszint réteg porozitása

A városi légtér átjárhatóságának jellemzése fontos feladat, ezt jól jelzi, hogy már vezettek be hasonló információkat szolgáltató paramétereket, például az 1. fejezetben említett $\alpha_p(z)$, amely az épületek által egy adott rétegben elfoglalt térfogatot számszerűsíti (Burian et al, 2002). Vizsgálatunkban egy új paramétert (városi porozitás) vezettünk be a városi légtér átjárhatóságának jellemzésére. A városi porozitást egy olyan paraméterként értelmezzük, ami megmutatja, hogy mekkora az UCL-en belül a nyílt légtér térfogatának aránya a teljes vizsgált légtérhez viszonyítva, azaz mekkora az átjárható légtér részaránya.

A városi porozitás számítása két megközelítés alapján végezhető el. Az első módszer az UCL vastagságát a teljes városi területre egységesnek (h_{const}) tekinti. A számításokhoz szükséges az adott poligon alapterülete (A_T) és a rá eső épülettérfogat (V). Így az első módszerrel számolt porozitás ($P_{h-const}$) képlete egy poligonra a következő:

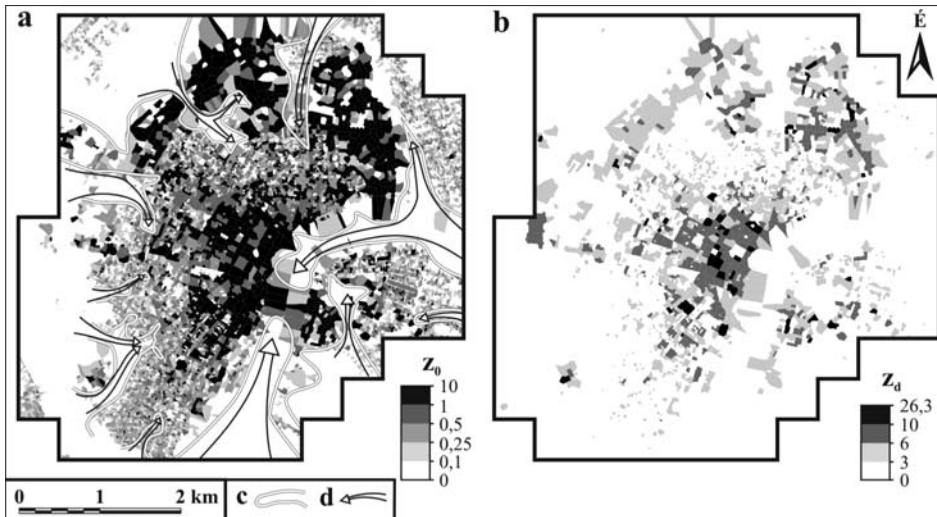
$$P_{h-const} = \frac{A_T \cdot h_{const} - V}{A_T \cdot h_{const}} \quad (4)$$

ahol h_{const} érték a teljes vizsgált területre vonatkozó épület-adatbázis alapján határozható meg, úgy hogy az ennél magasabb épületek száma elenyésző legyen a teljes épületszámhoz viszonyítva. Megvizsgálva az adatbázisban szereplő épületmagasság adatokat, arra a következtetésre jutottunk, hogy az UCL magassága Szeged esetében 40 méternek tekinthető ($h_{const} = 40$ m).

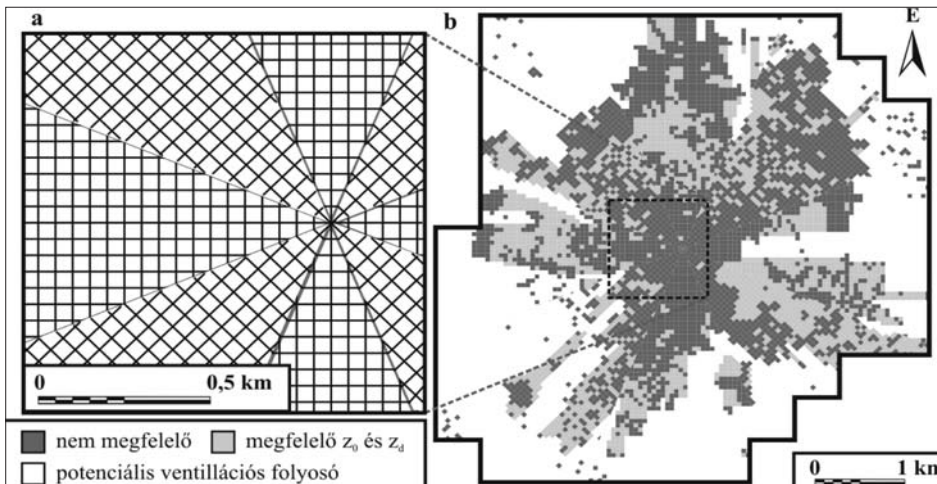
A második módszernél a poligononként eltérő UCL magasságot veszünk számításba. Az így értelmezett porozitást (P_{h-var}) egy poligonra a következő képlet írja le:

$$P_{h-var} = \frac{A_T \cdot h_{UCL} - V}{A_T \cdot h_{UCL}} \quad (5)$$

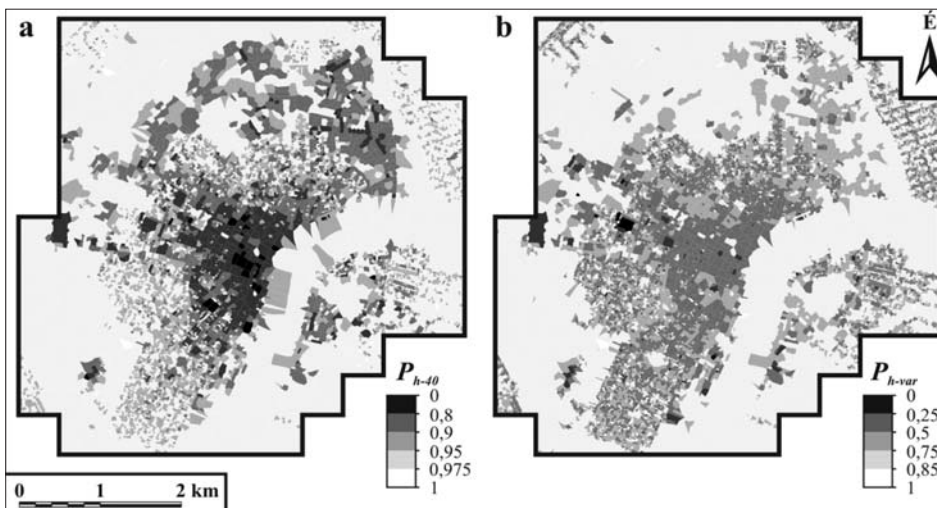
ahol h_{UCL} minden poligon esetében az ott található legmagasabb épület magasságával (h_{max}) egyezik meg ($h_{max} = h_{UCL}$). Ez alapján a vizsgált területen a városi tetőszint



5. ábra a: Az érdességi magasság (z_0) térbeli szerkezete és a potenciális áramlási folyosók, b: a érdességi rétegvastagság (z_d) térbeli szerkezete (c: azon terület határa ahol a $z_0 < 0,5$, d: potenciális áramlási folyosók)



6. ábra a: Az 50 x 50 m-es cellahálózat a vizsgált terület egy részén, b: a potenciális áramlási folyosók kritériumai alapján lészült kompozit térkép



7. ábra A városi tetőszint réteg porozitását jellemző paraméterek térbeli eloszlása a mintaterületen (a: P_{h-40} , b: P_{h-var})

réteg magassága 6,59 m és 63,4 m között változott és átlagosan 12,19 m volt.

4. A számolt paraméterek térbeli eloszlása és a potenciális ventilációs folyosók lehatárolása

A számítások elvégzését követően megkaptuk a felszín érdességét jellemző paraméterek „telek” poligonokra vonatkozó értékeit. Ezen értékek alapján már vizsgálható az érdesség városon belüli eloszlása, illetve lehetőségünk van a potenciális ventilációs folyosók lehatárolására.

A 1. fejezetben felsorolt összes feltételt – a mintaterület poligonokra bontása miatt – nem tudjuk a munka jelenlegi állásánál figyelembe venni. Ezért első lépésként megkerestük azon területeket, amelyek teljesítik az áramlási folyosók három legfontosabb kritériumát: (a) a z_0 értéke kisebb 0,5-nél, (b) a z_d értéke elhanyagolható mértékű és (c) elegendően nagy a hosszúsága (> 1000 m) (Matzarakis and Mayer, 1992). A szakirodalomban a ritkán és alacsony épületekkel beépített városi területeken a z_d értékét 3 m-nél kisebbnek írják le (Grimmond and Oke 1999, Burian et al 2002, 2004), ezért szempontunkból ezt a z_d értéket tekintettük elhanyagolhatónak.

A vizsgálat az érdességi paraméterek térbeli eloszlásának figyelembe vételével történt. Az 5.a ábrán nyilakkal jelöltük azokat a területeket, ahol a z_0 értékek alapján a potenciális ventilációs folyosók lehatárolására.

tillációs folyosókat feltételezhetünk. Az 5.b ábra szerint a z_d értékek is elhanyagolható mértékűek ezeken a területeken.

Következő lépésként a negyedik (d) feltételt (a szélesség legalább 50 m) is figyelembe véve kísérletet tettünk a potenciális ventillációs folyosók pontosabb lehatárolására. Ehhez létrehoztunk egy olyan kompozit térképet, ami egy speciális 50 x 50 m oldalhosszúságú gridhálózatra épül (6.a ábra). Ez az oldalnagyság összhangban van az áramlási folyosók minimális szélességére vonatkozó (d) kritériummal. A cellák oldalai minden egyes áramlási zónában (2. ábra) párhuzamosak illetve merőlegesek a feltételezett áramlási irányra.

A cellák logikai értékei azon poligon z_0 és z_d értékei alapján kerültek megállapításra, amelyik poligonra a cella középpontja esett. Igaz értéket akkor kaptak, ha megfeleltek az áramlási folyosók két fő kritériumának ($z_0 < 0,5$ m, $z_d < 3$ m). Ezt követően a legalább 1 km hosszan összefüggő, igaz értékekkel rendelkező cellákat kellett leválogatnunk, hiszen ez az érték tekintendő a folyosók minimális hosszának. A végeredményként előállt kompozit térképen már jól kirajzolódnak a megfelelően hosszú és alacsony érdességű zónák, azaz a potenciális áramlási folyosók helyei (6.b ábra).

Vizsgálataink kiterjedtek a P_{h-40} (7.a ábra) és a P_{h-var} (7.b ábra) értékek térbeli eloszlására is. A két ábra alapján kijelenthető, hogy a paraméterek térbeli szerkezete hasonlatos az érdességnél tapasztalt struktúrához. A lehetséges áramlási folyosók területén itt is alacsony értékeket találunk.

A városi P_{h-var} paraméter alapján további olyan területeket azonosíthatunk, amelyeknek fontos szerepe lehet a város átszellőzésében. Az északi részen található nagy kiterjedésű panel lakótelepeknek fontos tulajdonsága, hogy a magas épületek viszonylag ritkán helyezkednek el és köztük nagy kiterjedésű szinte teljesen nyitott zöldterületek vannak. E speciális beépítési típus miatt ezeken a területeken is valószínűsíthetünk valamennyi beáramlást annak ellenére, hogy a területre jellemző felszínérdesség viszonylag magas.

A városi tetőszint réteg porozitásának vizsgálata azért jelentős, mert míg az érdesség alapján a magasabb légrétegek áramlási viszonyaira következtethetünk, addig – mint említettük – ez a paraméter a városi légtér átjárhatóságáról tájékoztat. Tehát, ahol mind az érdesség, mind pedig a porozitás értékei alacsonyak, nagy valószínűséggel ott alakulhat ki egy olyan beáramlás a város területén, amely a felszínközeli légrétegekre is kedvező hatást tud gyakorolni.

5. Összegzés

A városi mintaterületünk egészére kiszámítottuk a fontosabb érdességi paramétereket. Ez a számítás egy 3D épület-adatbázison alapult és jóval részletesebb a legtöbb hasonló vizsgálatnál (Bottema and Mestayer, 1998,

Burian et al, 2002, Ratti et al, 2006). Módszerünk az ún. „telek” poligonokon alapult, amelyhez hasonló ismereteink szerint nem használták a korábbi vizsgálatoknál.

A kiszámított paraméterekkel meghatározhattuk a potenciális ventillációs folyosók lehetséges elhelyezkedését. Ezek a ventillációs folyosók fontos szerepet játszhatnak a hősziget cirkuláció kialakulásában, továbbá jelentősen hozzájárulhatnak a városközpont hűtéséhez és légszennyezettségének mérsékléséhez.

Eredményeink alapján a várostervezés során felhívhatjuk a figyelmet a feltételezett ventillációs folyosók elhelyezkedésére. Ez lehetőséget biztosíthat arra, hogy tudatos fenntartásuk, esetleg bővítésük esetén az ott beáramló friss és tiszta levegő kedvező hatást fejthessen ki mind a szennyezettség, mind pedig a humánkomfort szempontjából.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA (T/049573 és K-67626) támogatta.

Gál Tamás, Unger János
SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

Irodalom

- Barlag AB, Kuttler W, 1990: The significance of country breezes for urban planning. *Energy and Buildings* 15-16, 291-297.
- Bottema M, Mestayer PG, 1998: Urban roughness mapping - validation techniques and some first results. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 74-76, 163-173.
- Bottema M, 1997: Urban roughness modelling in relation to pollutant dispersion. *Atmospheric Environment* 31, 3059-3075.
- Burian SJ, Brown MJ, Linger SP, 2002: Morphological analysis using 3D building databases: Los Angeles, California. LA-UR-02-0781, Los Alamos National Laboratory.
- Burian SJ, Stetson SW, Han WS, Ching J, Byun D, 2004. High-resolution dataset of urban canopy parameters for Houston, Texas. *Proceed 5th Conf on Urban Environment, AMS Meeting, Vancouver, CD 9.3.*
- Counihan J, 1975: Adiabatic atmospheric boundary layers: A review and analysis of data from the period 1880-1972. *Atmospheric Environment* 9, 871-905.
- Davenport AG, Grimmond CSB, Oke TR, Wieringa J, 2000: Estimating the roughness of cities and sheltered country. *Proceed. 12th Conf Applied Climatology, Am. Meteorol. Soc., Boston, 96-99.*
- Grimmond CSB, Oke TR, 1999: Aerodynamic properties of urban areas derived from analysis of surface form. *Journal of Applied Meteorology* 34, 1262-1292.
- Grimmond CSB, King TS, Roth M, Oke TR, 1998: Aerodynamic roughness of urban areas derived from wind observations. *Boundary-Layer Meteorology* 89, 1-24.
- Lettau H, 1969: Note on aerodynamic roughness-parameter estimation on the basis of roughness-element description. *Journal of Applied Meteorology* 8, 828-832.
- Macdonald RW, Griffiths RF, Hall DJ, 1998: An improved method for estimation of surface roughness of obstacle arrays. *Atmospheric Environment* 32, 1857-1864.
- Matzarakis A, Mayer H, 1992: Mapping of urban air paths for planning in München. *Wissenschaftliche Berichte Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Univ. Karlsruhe* 16, 13-22.
- Noto K, 1996: Dependence of heat island phenomena on stable stratification and heat quantity in a calm environment. *Atmospheric Environment* 30, 475-485.

Oke TR, 1987: Boundary Layer Climates. Routledge, London and New York.

Oke TR, 2004: Siting and exposure of meteorological instruments at urban sites. 27th NATO/CCMS Int Tech Meeting on Air Pollution Modelling and Application, Kluwer, Banff, Canada, 14p.

Oke TR, 2006. Towards better scientific communication in urban climate. Theoretical Applied Climatology 84, 179-190.

Ratti C, Di Sabatino S, Bitter R, 2006: Urban texture analysis with image processing techniques: wind and dispersion. Theoretical and Applied Climatology 84, 77-99.

Unger J, 1996: Heat island intensity with different meteorological con-

ditions in a medium-sized town: Szeged, Hungary. Theoretical and Applied Climatology 54, 147-151.

Unger J, 2006: Modelling of the annual mean maximum urban heat island with the application of 2 and 3D surface parameters. Climate Research 30, 215-226.

Unger J, Gál T, Kovács P, 2006: A városi felszín és a hősziget kapcsolata Szegeden, 1. rész: térinformatikai eljárás a felszíngeometria számszerűsítésére. Léggör 51/3, 2-9.

Vukovich MF, 1971: Theoretical analysis of the effect of mean wind and stability on a heat island circulation characteristic of an urban complex. Monthly Weather Review 99, 919-926.

Könyvismertetés

Mészáros Ernő: A levegő megismerésének története

Tudománytörténeti előadásokat, írásokat gyakran közkhelyszerűen, de többnyire nem indokolatlanul azzal kezdünk: már a régi görögök is... A levegő megismerésének története azonban még ennél is messzebbre nyúlik vissza az időben, hiszen a légkörrel távoli elődeink is közvetlen kapcsolatban éltek. Folyamatosan tapasztalták – esetenként elszenveték – változásait, jelenségeit.

Eszméltre még éppen csak ébredő őseink életét is alapvetően befolyásolta az időjárás, az éghajlat alakulása. Észlelték, tapasztalták a légköri jelenségeket, bár magyarázatukkal még aligha foglalkoztak. A villámcsapások keltette tüzek fontos szerepet töltek be a tűz megismerésében, birtokbavételében, az emberi fejlődés magasabb szintre lépésében.

A gondolkodás fejlődésével, a hiedelemvilág kialakulásával a légkör hol kedvező, hol hátrányos, pusztító jelenségeit eleink egyre inkább különböző istenek tevékenységének vélték, akiknek igyekeztek a kedvükbe járni, hogy megfelelő időjárással ajándékozzák meg őket. Nem tudjuk, hogy ez a gondolkodásmód mikor jelent meg az emberiség fejlődése során, az ókori kultúrákban azonban már egyértelműen nyoma van. Ha már a régi görögökre hivatkoztunk a bevezető mondatban, akkor elég csak a gyakran

villámokkal a kezében ábrázolt Zeuszra gondolnunk. Az, hogy egy-egy ősi kultúra milyen összetett hiedelemvilágot épített ki, nagymértékben függött az időjárásnak való kiszolgáltatottságától.

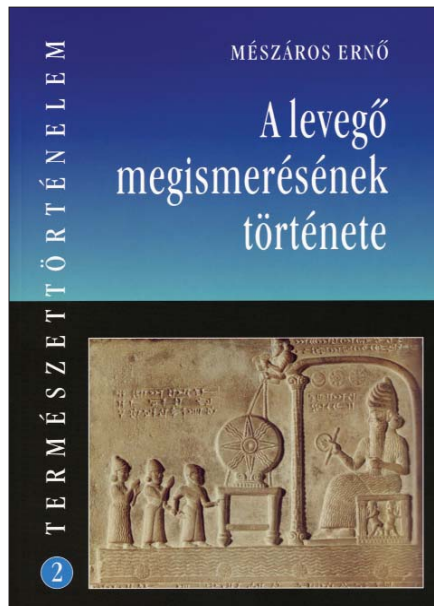
A levegő tényleges mibenlétének vizsgálata azonban valóban az ókori görög civilizáció filozófusaihoz kötődik. Tisztában voltak azzal, hogy a levegő anyag, és az egyik őselemnek tekintették. Ez a feltevés egészen a modern kémia megjelenéséig, kétezer éven át elfogadott volt!

A görög filozófusok már az i.e. 6. századtól próbálkoztak racionális magyarázatot adni a szél, a villámzás, a mennydörgés, a különböző optikai jelenségek (szivárvány, halo, stb.) keletkezésére. A kor

ismeretei nagyrészt Arisztotelész i.e. 350-ben született összefoglaló munkájában maradtak ránk, amely a tudományterületet máig jelölő Meteorológia címet viselte.

A görög filozófusok nézeteiről és más ókori népek (sumérok, babiloniak, asszírok, hettiták, egyiptomiak, perzsák, stb.) légkörrel kapcsolatos hiedelemvilágáról olvasmányos ismertetést kapunk Mészáros Ernő akadémikus közelmúltban megjelent „A levegő megismerésének története” című könyvének első fejezeteiből. A továbbiakban pedig nyomon követhetjük e terület egzakt természettudományá fejlődését egészen napjainkig.

A középkor első ezer éve keveset adott hozzá az ókori ismeretekhez. A reneszánsz kibontakozása azonban megnyitotta az utat a természettudományok kibontakozása előtt. Kopernikusz, Kepler, Galilei, Newton, Torricelli, Pascal és a többiek munkái megalapozták a modern meteorológiát. Megszülettek az első mérőműszerek (hőmérő, légnyomásmérő, légnedvességmérő, szélmérő), amelyek a filozófia köréből az empirikus tudományok közé emelték át a légkörrel kapcsolatos vizsgálatokat. A nagy földrajzi felfedezések kora, az óceáni hajózás egyrészt megkövetelte, másrészt lehetővé tette a légköri és az óceáni cirkuláció megismerését. Az újkor hajnalán, az 1660-as években megpróbálkoztak az első meteorológiai mérőhálózat létrehozásával is.



Newton és Euler munkája, Coriolis felismerése lerakta a modern dinamikus meteorológia alapjait. Bouguer és Lambert fényelnyelődési törvénye a modern légkörfizika, a Föld-légkör energiaháztartás leírásának egyik alapja. Boyle, Mariotte, Guy-Lussac megalkották a termodinamika alapegyenleteit, és a levegő főbb alkotóinak azonosításával eldöntötték, hogy a levegő nem (ős)elem, nem is vegyület, ahogy azt a 18. század kezdetén még sokan gondolták, hanem gázkeverék.

Mészáros Ernő könyve lépésről lépésre vezeti végig az olvasót az újabb és újabb felfedezéseken. Akiket az említett tudósok élete és munkássága részletesebben is érdekel, azok a könyv szövegétől elkülönülő keretes formában ezt is megtalálhatják. Az életrajzok így nem törnek meg a tudománytörténet ívét, ugyanakkor a hasznos, érdekes ismeretek mégis megtalálhatók az olvasó számára.

Az évszázadok során, különösen a távolabbi múltban, számos téves, mai szemmel nézve tudománytalan értelmezés is született. Azért, hogy a laikus olvasónak ne kelljen keresgélnie a tudomány mai állása szerinti helyes magyarázatot, a könyv szerzője rögtön a nem időtállóan bizonyult állítás mellett közli a jelenségek valós magyarázatát is.

Mészáros Ernő könyvének második része a közvetlenül mögöttünk álló két évszázad légkörtudományi felfedezéseivel foglalkozik. Ebben az időszakban alakultak ki a mai meteorológia többé-kevésbé önálló szakterületei.

A 19. században jelent meg a leíró éghajlattan, mint önálló terület. Egyre többet tud a tudomány a felhő- és csapadékeletkezésről, a légköri nyomanyagokról, köztük a vízgőz kondenzációjában kulcsszerepet játszó aeroszol részecskékről. Feltárják a légkör általános cirkulációját és megjelenik a tudományos alapokon nyugvó időjárás-előrejelzés. Ez utóbbihoz persze már

kiterjedt mérőhálózatra és folyamatos nemzetközi adatcserére is szükség volt. Vajon tudja-e a nem szakmabeli olvasó, hogy az olyan, ma teljesen közismertnek tekinthető légköri képződményeket, mint a ciklonok, anticiklonok, időjárási frontok, kevesebb mint 100 éve fedezték fel, és adtak kialakulásukra magyarázatot? 100 éve még ismeretlen volt a sztratoszféra, a szárazföldi élet létezését lehetővé tevő ózon-pajzs?

A légkörtudomány robbanásszerű fejlődése miatt a 20. század négy fő meteorológiai tudományterülete már egy-egy önálló fejezetet kapott Mészáros Ernő könyvében.

A korábban megismert dinamikai és termodinamikai összefüggések alapján a számítógépek megjelenésével lehetővé vált az időjárás számszerű előrejelzése, az objektív numerikus prognosztika. Az ipari fejlődéssel együtt járó növekvő környezetszennyezés magával hozta a levegőkémia önálló tudományággá válását. A savas esők, az ózonréteg vékonyodása, az antarktisi ózonlyuk, a városi szmogok az elmúlt fél évszázad napilapjainak is gyakori témái voltak. Az üvegházhatású gázok globális éghajlatváltozással fenyegető légköri felhalmozódása miatt pedig az éghajlatkutatás napjaink legfontosabb légkörtudományi szakterületévé vált. Más bolygók légkörének vizsgálatáról ma már nem csak a tudományos-fantasztikus regényekben, hanem a napilapok tudományos rovataiban is olvashatunk.

A 20. század műszaki fejlődése a mérés technikában is soha korábban nem látott ütemű fejlődést hozott. Az óceánokon úszó bójjáktól a műholdakig, az automata meteorológiai állomásoktól a ballonnal vagy rakétával a levegőbe küldött szondákig, a legkülönbözőbb távérzékelési mérés technikákig (radarok, szodárok, windprofilerek, lidarok, spektrofotométerek, stb.) olyan mennyiségű új eszközt bocsátott a légkör megismerésével foglalkozó

kutatók rendelkezésére, hogy talán területi okokból hiányzik felsorolásuk a könyvből.

A levegő megismerése nem befejezett történet. Nem egy olyan jelenséget ismerünk, amelyre ma sem tudunk minden tekintetben kielégítő magyarázatot adni (pl. villámképződés). Mészáros Ernő lebilincselő könyvének utolsó fejezete a közeljövő légkörkutatásának néhány kiemelt területét sorolja fel. Az időjárás előrejelzés pontosságának növelése, a pontosság időbeli kiterjesztése az élet- és vagyonszükséglet, a gazdasági hatékonyság növelése szempontjából meghatározó feladat. A csaknem bizonyosan az emberi tevékenység hatására zajló éghajlatváltozás előrejelzése, a mérséklési és védekezési stratégiák kidolgozásának támogatása különlegesen nagy feladatot ró az elkövetkező évtizedek éghajlatkutatására.

A Mészáros Ernő könyvében nyomon követhető tudományfejlődés révén ma már elegendő ismeretünk van arról, hogy tudjuk, bolygónk különböző szférái – és önálló tényezőként az ember – állandó kölcsönhatásban van a légkörrel. A jövő szaktudományaiban, így a légkörtudományban is, a Föld csak egységes egészként kezelhető.

Mészáros Ernő „A levegő megismerésének története” című 195 oldalas könyve a Magyar Tudományos Akadémia Történettudományi Intézetének gondozásában, a természettörténelemmel foglalkozó könyvsorozat 2. köteteként látott napvilágot. Ajánlható a szakmájuk történetére kíváncsi meteorológusoknak, a légkörtudománnyal még csak most ismerkedő egyetemi hallgatóknak. Olvasmányos stílusa, különösebb előképzettséget nem igénylő magyarázatai miatt a tudománytörténet iránt érdeklődő, de az adott szakterületen laikus olvasó is élvezettel olvashatja, számtalan hasznos ismeretre tehet szert belőle.

NÉHÁNY SZÓ A GEO-RÓL EGY KONFERENCIA RÉSZVÉTEL ÜRÜGYÉN

Szösszetételekben a geo földre való utalást, azzal való kapcsolódást jelent. A GEO rövidítés, ami annyit tesz, mint Group of Earth Observation, egy önkéntes együttműködésen alapuló nemzetközi szervezet nevét jelenti, melynek célja a GEOSS (Global Earth Observation System of Systems) megvalósítása. A GEO kormányok és nemzetközi szervezetek önkéntes társulása, melyet a III. Földmegfigyelési Csúcstalálkozó hozott létre. A 2008. májusi adatok szerint az Európai Bizottság és 51 kormányzati, kormányközi és regionális szervezet mellett 73 ország a tagja. A szervezet a 2005–2015-ös időszakra vonatkozó 10 éves megvalósítási terv alapján kívánja megvalósítani a GEOSS-t. A végrehajtási terv meghatározza a rendszer jövőképét, célkitűzéseit, működési területét, az elvárható előnyöket és a kilenc társadalmi hasznosítási területet, ezek a katasztrófák, az egészség, az energia, az éghajlat, a víz, az időjárás, az ökoszisztéma, a mezőgazdaság és a biológiai sokféleség.

- A program megvalósulása esetén várható társadalmi haszon
- a természetes és az ember által okozott katasztrófák emberéletben és anyagai javakban okozott veszteségeinek csökkentése,
 - az emberi egészségre és jólétre hatással lévő környezeti tényezők jobb megértése,
 - az energiahordozók hatékonyabb kezelése,
 - az éghajlat-változékonyság és változás jobb megismerése, becslése, előrejelzése, hatásainak enyhítése és hozzá való alkalmazkodása,
 - a vízkörforgalom jobb megismerésével hatékonyabb vízkészlet gazdálkodás megvalósítása,
 - az időjárási információgyűjtés, előrejelzés és veszélyjelzés javulása,
 - a földi, tengerparti és tengeri ökoszisztéma jobb kezelése,
 - a fenntartható földművelés támogatása, küzdelem a sivatagosodás ellen, valamint
 - a biológiai sokféleség jobb megismerése, megfigyelése és megőrzése.

Mindkét felsorolást átnézve, elmondhatjuk, hogy a GEOSS célja mindent megfigyelni, minden (távérzékel) adatot összegyűjteni, hogy mindent jobban, hatékonyabban csináljunk. Ez egy nagyon nagyszabású cél. Lehet, hogy túl nagyszabású, ha hozzátesszük azt, hogy az együttműködés önkéntes, anyagi alapja pedig a csatlakozó országok szintén önkéntes felajánlása. A döntéshozókat valószínűleg elsősorban az a cél vezette, hogy bár rendkívül sokat tudnak az általuk vezetett világról, mindent azért ők sem tudnak.

Magyarország viszonylag későn, csak 2006-ban csatlakozott a szervezethez. Hazánkban a politikai akaratot messze megelőzte a tudományos érdeklődés és együttműködési igény. *Czelnai Rudolf* kezdeményezésére az MTA évi ren-

des közgyűlése már 2005-ben egy ad hoc elnöki bizottságot hozott létre a témakör tudományos vonatkozásainak áttekintésére. Ennek eredményeként létrejött egy szimpózium az Akadémián, melyen a kérdésben leginkább érintett földtudományi szaktekintélyek számoltak be érdekeltségükről a GEOSS megvalósulásában. Az előadások írásban is hozzáférhetők a Magyar Tudomány 2007/5-ös számában. A szaktekintélyek aktivitásának hatására hamarosan megszületett a politikai döntés is, s Magyarország 2006-ban csatlakozott a GEO-hoz. Az eredményes további működéshez azonban sajnálatos módon még nem jött létre a legalább tájékoztató, koordinálási joggal felruházott GEO nemzeti bizottság. Ebben az is közrejátszhat, hogy a GEOSS-ban érdekelt vagy ahhoz leginkább kapcsolódó területeken már eddig is megalapozott munka folyt, meg talán az is, hogy téma felügyeletéhez jogszabályt kellett módosítani. Két, igazán nagy, rendszeres műholdas felhasználó van hazánkban, a nagy térbeli felbontású, de kisebb időbeli gyakoriságban érdekelt, a földhasznosítást térképező, természetbevételező, az FVM háttérintézményeként működő Földmérési és Távérzékelési Intézet valamint az Országos Meteorológiai Szolgálat, amely nagy időbeli gyakoriságú, de kisebb felbontású képekkel dolgozik. A közös szakmai érdeklődés hiánya nem hat serkentően a formális együttműködés kialakítására. Pedig a GEO célja összehangolni a műholdas környezeti megfigyeléseket, s lehetőleg ingyenes adathozzáférést biztosítani az adatigénylőknek. Ez utóbbi valószínűleg kemény dió lesz, elsősorban Európában, ahol a műholdas szervezetek fenntartása bizony komoly költségeket ró a nemzeti intézményekre, így az OMSZ-ra is. A meteorológusoknak mindenképp magukénak kell érezniük a szervezetet, hiszen akár célkitűzéseiben, akár szervezetében közel áll a meteorológiához. A magyar szóhasználatban talán nem érződik annyira, ami itt érezhető, az, hogy egyenrangúan és markánsan különbséget tesznek időjárás és éghajlat között. Ennek van egy számunkra, az Országos Meteorológia Szolgálat számára negatív következménye, hogy sokan úgy gondolják, az éghajlathoz és éghajlatváltozáshoz nem sok köze van a „meteorológiának”. Ugyanakkor a magas szintű döntéshozók érzékelték a „meteorológia” jelentős szerepét mind a műholdas távérzékelésben, mind a globális megfigyelésben, s ennek következtében a GEO titkárságot a Meteorológiai Világszervezet genfi székházába telepítették. Az már csak szépséghiba, hogy a WMO székházat sikerült olyan nagyra építeni, hogy egy bérlő mindig jól jön a csodapalotába. Meg az is, hogy a GEO titkárságra sikerült áttelepíteni egy-két nagy nemzetközi tapasztalattal bíró, hatékony WMO tisztviselőt.

A meteorológusok és a meteorológiai nemzetközi szervezetek (WMO, EUMETSAT, ECMWF) közreműkö-

dése erősen dominál az együttműködésben. Ez a meteorológusi felülreprezentáltság a GEO-IV Miniszteri Csúcstalálkozón is megmutatkozott. A megjelent képviselők között szép számmal voltak meteorológusok, s hála a hosszú nemzetközi együttműködésnek, örömmel fedeztem fel számos régóta ismert meteorológus kollégát.

A csúcstalálkozót 2007-ben a Dél-Afrikai Köztársaság rendezte meg. A helyszín választás nem a véletlen műve. Bár a GEO önkéntes együttműködésen alapul, kiemelt szerepet, társelnöklést vállalt benne az Egyesült Államok, Japán, az Európai Bizottság és a házigazda Dél-Afrikai Köztársaság. Ezt a társelnöklést a gyakorlati lebonyolításban is szó szerint vették, azaz minden szekciónak négy elnöke volt, ami a hatékony tárgyalást nem minden esetben segítette elő.

A konferencia legfontosabb eredménye a fokvárosi állásfoglalás (Cape Town Declaration) elfogadása volt. A deklaráció teljes terjedelmében megtekinthető a www.earthobservation.org honlapon.



A konferencián elhangzottak nemzeti beszámolók. Oroszország részletes ismertette meteorológiai műhold rendszerét. Két geostacionárius holdat állítanak majd pályára. Az Európai Bizottság a GMES megvalósításáról számolt be. A GMES – Global Monitoring for Environment and Security egy európai kezdeményezés, az EU egyik legfontosabb közösségi programja, amely a környezet és a biztonság távérzékelést és felszíni adatokkal való teljes körű kiszolgálását kívánja megvalósítani. Az ECMWF egy csodálatosan illusztrált előadásban ismertette a globális vízgőz előrejelzését. Az Egyesült Államok arról a 100 lépésről beszélt, ami a GEOSS létrehozásához vezetett. A nemzeti beszámolók mellett a GEO négy munkabizottsága (User Interface, Architecture and Data, Capacity Building, Science and Technology) is jelentést tett. Sor került a GEO bizottsági tagjainak újraválasztására. A nemzetközi szervezetekben megszokott módon, politikusan kiegyensúlyozottan került sor a nagyok mellett néhány kisebb ország képviselőjének beválasztására, gondosan ügyelve a házigazda és társelnök Dél-Afrikai Köztársaság kellően nagyszámú részvételére is.

A konferenciához egy kiállítás is csatlakozott, amelyen a nagy szervezetek (EUMETSAT, ECMWF) mellett az EU és néhány nagyobb ország (Kína, Ausztrália, Kanada) is bemutatta műholdas tevékenységét. Itt remek képet kapott a vendég arról, hogy ma már milyen széleskörűen alkalmazzák a műholdas megfigyeléseket, s mind az állami, mind a magáncégek milyen sokrétű tevékenységet fejtenek ki. Valóban időszerű ezek magas szintű összehangolása, legalább a kölcsönös információ átadásban! Ugyanakkor az is kitűnt, hogy a GEO/GEOSS tevékenység címszó alatt azt adják el, amit egyébként is csinálnak. Tegyük a kezünket a szívünkre! A meteorológusoknak lehet újat mondani a nemzetközi együttműködés területén?

A miniszteri csúcset keretében 11 miniszter és államtitkár jelentkezett szólásra. Az eredeti terv szerint *Kovács Kálmán* a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium államtitkára is részt vett volna, és felszólalt volna a találkozón. Mivel a lemondás az utolsó pillanatban történt, a szervezők nem törölték a magyar államtitkárt a felszólalók listájáról. Negyedikként megkapta a szót. A kiküldött került abba a nem várt, de mindenképp megtisztelő helyzetbe, hogy miniszteri helyen szólalhatott fel. Miután magamhoz tértem a megtiszteltetéstől, még volt kb. harminc percem arra, hogy összeszedjem a gondolataim. Ez az idő épp arra volt elég, hogy címszavakban leírjam, mit is akarok mondani.

Felszólalásomban a szokásos felvezető mondatok után megköszöntem a GEO titkárság erőfeszítéseit a munka összehangolására és a konferencia hatékony megszervezéséért. Ezt őszintén mondhattam, mert a korábban némileg bíralt titkárság jól készítette elő a konferenciát. Megemlítettem, hogy Magyarország csak 2006-ban csatlakozott a szervezethez. Nyilvánvaló számunkra, s ezt a konferencia egyik fő tanulsága, hogy nemzeti GEO testületet kell létrehozni. Részünkről a legfontosabb, amivel hozzájárulhatunk a hatékony működéshez, hogy teljes jogú tagjai kívánunk lenni az ESA-nak és az EUMETSAT-nak, s ennek érdekében jelenleg komoly munka folyik hazánkban. Az adatmegosztási politikát („Data Sharing Policy”) nagyon fontosnak ítéljük, de hangot adtam azon kételyemnek, hogy az ingyenes és teljes körű adathozzáférés a jelenlegi intézményfinanszírozási rendszerben nemcsak Magyarországon, hanem az EU többi államában se járható út, azzal együtt, hogy mint szakember teljes mértékben a szabad hozzáférés híve vagyok. A szemben ülő német igazgató egyetértően bólogatott. Tudományos szempontokkal kapcsolatban megemlítettem, hogy Magyarország mind az aszály-, mind az árvízkérdésben érintett ország. Ez viszont szemmel láthatólag meglepetést okozott a hallgatóság egy részének. Javasoltam, hogy ne csak az afrikai országok esetében érezzék úgy, hogy szükséges az aszály-monitoring. Az éghajlatváltozással együtt jár a földhasznosítás változása, s a GEO-nak érdemes volna erre a kérdésre is koncentrálnia Közép- és Délkelet-Európában is. Megemlítettem a WMO és az UNCCD által kezdeményezett balkáni aszályközpontot, amely végül is Szlovéniában kapott elhe-



lyezést. Felhívtam a figyelmet arra, hogy a monitoring fontos eleme a felszíni kontroll, amely úgy tűnik, hiányzik az elképzelésekből. Hozzászólásom úgy látszik valamilyen mértékben figyelmet keltett, mivel utána *José Achache* professzor, a GEO igazgatója, *Michel Jarraud* a WMO főtitkára, és a volt német igazgató *Udo Gärtner* is odajött hozzám és gratulált. Remélem nemcsak a formális udvariasság mondatta ezt velük.

Egyedül voltam magyar képviselő, de azért volt rajtam kívül magyar résztvevő, *Remetey-Fülöpp Gábor* személyében, aki a GSDI (Global Spatial Data Infrastructure Association) nemzetközi szervezetet képviselte.

Ha már ilyen távoli, nekünk egzotikus országban kerül megrendezésre egy konferencia, akkor, valljuk meg férfiasan, a kiküldött igyekszik nemcsak a tudományra figyelni. A szakmai rendezvény után maradt még másfél nap a turistáskodásra, hála az alacsonyárú repülőjegyeknek. Minden útikönyv és szóbeli tájékoztató intette az arra járót, hogy csak úgy ne csavarogjon a városban, de ha mégis, akkor a bádoggvárosokat mindenképp nagy ívben kerülje el. Megfogadva a jó tanácsot, ezt nem tettem, bár igaz egyik este azért kicsit kisétáltam a szállodámból. A hihetetlenül viharos szél és néhány nem nagyon megnyerő külsejű járókelő azonban visszakényszerített szállásomra. Az egyéni felfedezés öröme helyett befizettem egy félnapos városnéző, s másnap egy egész napos vidéki túrára. Nem

vagyok egy különösebb természetimádó, egy kis gótikus katedrális mindig jobban felkelti a figyelmemet, mint a legnagyobb elefánt. Ezen az úton azonban olyan sorozatban kerültek elélem a természet csodái, hogy még be sem csuktam a szám az egyik látvány után, máris tátva maradt a következőtől.

Fokváros „központi” nevezetessége a város közepén elterülő Asztal-hegy, ahova gyalog is fel lehet menni, de a lustább és kevesebb idővel rendelkező látogatóknak marad a kötélvasút. Nekem általában ilyen helyen tériszonyom van. Most is hosszas vívódás után vettem rá magam, hogy beszálljak a kabinba. Indulás után kiderült, hogy ez egy nehezített feladat volt, mivel a kabin felfelé haladva még körbe is forgott, a jobb kilátás érdekében. A hegytetőn aztán elszabadult a természet. Általam nem ismert, mindenféle színben pompázó sziklanövények között gyíkok szaladgáltak, s időnként tarka madarak húztak el felettünk. Mivel a kondenzációs szint kb. megegyezett a hegy magasságával, alkalmam volt közelről megfigyelni az orografikus felhőképződést. Nagyon sajnáltam, hogy csak kis időnk volt a nézelődésre. A másnapi túra fő célja a Jóreménység foka volt. Előzetes becslésem szerint már az is megéri az egész napos zötyögést, hogy az ember eljut a Jóreménység fokára. Erre időnként nemcsak afrikai utazás során van szüksége a vándornak! Az első lenyűgöző élmény a fókák szigete. Hajóval megyünk oda. Hatalmas hullám borítja el az

élelmeseket, akik jó előre helyet foglaltak a hajó orrában, ez mégiscsak az óceán. A fókák megszokhatták a turistákat, vidáman lubickolnak a hajó körül, vagy lustán nyújtóznak el szigetükön. A pingvinek meglátogatásához még hajóra se kell szállnunk. Magas pallók vezetnek hozzájuk. Úgy kerülünk közel hozzájuk, hogy szinte semmiben se zavarjuk mindennapi életüket. Több tucat turista és egy-két száz pingvin jól el van egymás mellett! A fajtáját nem tudom, de nemcsak látni, hanem lefilmezni is sikerült tojástörő madarat. A digitális fényképezőgépek tényleg többet tud, mint az analóg. Néhány méter magasról kétszer-háromszor is leejtette zsákmányát, amíg el nem tört. Aztán láttunk valamilyen szarvas állatot: gazella? impala? antilop? Bocsánat, hiányoztam a biológia órákon. Idegenvezetőnk sajnálkozik, hogy a páviánok nem mutatkoznak. Én is. Kárpótlásul látunk néhány struccot, de csak ketrecben. S a végén a csúcs, bálnavadászat helyett bálnales. Ott van, mondja vezetőnk, de én semmit nem látok. Már csoporttársaim is örvendeznek, csak én nem látok semmit, aztán a bálna, úgy ahogy illik, s ahogy megszoktuk kifújja felfelé a vizet. Nem kétség, ott a bálna. Aztán még egyszer, s eltűnik az óceánban. Ennyi csoda elég is egy napra. S hogy a szakmáról se feledkezzünk meg, a Fokon észak felé nézve felfedezem a WMO GAW hálózat egyik obszervatóriumát, dél felé nézve pedig élvezhetem két óceán találkozásának lenyűgöző látványát.

Másnap korán repülök haza. Tizenkét óra repülés egybe. Teltház a repülőn, minden hely elkelt, nem is kaptam ablak mellé helyet. Már indulnánk, csak egy hely üres, a mellettem lévő ablakmelléti. Lesz, ami lesz, átülök oda. Már gurulunk, amikor beesik a szomszédom. Elnézést kér, és nem teszi szavá, hogy a helyén ülök. Nem forszírozom a helycserét. Aztán jön a nagy csalódások sorozata. A Kalahári sivatag

felett sok-sok felhő. Nem ezt tanultam az iskolában! Aztán kirepülünk az óceán fölé, majd magasabbra, a kijelző szerint már 11 ezer méter magasan vagyunk, s sebességünk meghaladja az 1000 km per órát. Az Egyenlítő körül már sűrű felhőben szállunk, s dobál is rendszeresen. Ezt a dobálást még egyszer átéljük a Földközi tenger felett. Ez lenne a futóáramlás? Vagy, ahogy megint újból mondják a jet? A Szahara feletti felhők mellett azért jól látszanak a sárgás és vöröses sziklák, a homokdombok, kiszáradt folyómedrek. A Niger mentén kisebb zöld sávok, öntözött parcellák. Lassan sötétedik. Az Alpok felett már csak 750-nel repülünk. Frankfurt persze csak késéssel indítja a pesti gépet, a biztonsági szolgálat valami misztikus EU szabályozásra hivatkozva meg elkobozná a fokvárosi repülőtéren vett, szabályosan lera-gasztott zacskóban lévő Pongrácz pezsgőt. Na azt inkább nem. Megkóstolom, aztán a maradékot szomorú szívvel kiöntöm. Nem elég nekem egy bálna látása, még dél-afrikai magyar pezsgőt is hazavinnék?

Dunkel Zoltán

KISLEXIKON

[Cikkeinkben csillag jelzi azokat a kifejezéseket, amelyeket a kislexikonban szerepelnek]

érdességi paraméter, érdességi magasság, érdességi rétegvastagság

Gál T. és Unger J.: A lehetséges ventilációs folyosók feltérképezése ...

A felszíni tereptárgyak (pl. növények, épületek) által keltett áramlásmódosító hatás kifejezésére szolgáló mérőszám.

IPCC globális scenáriók

Bartholy J. és tsai: Milyen mértékű változás várható ...

Az éghajlatváltozás várható hatásainak és mértékének becsléséhez használt lehetséges forgatókönyvek. Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) Negyedik Értékelő jelentése négy alapvető scenáriót határozott meg. Ezek (röviden) A1: nagyon gyors gazdasági növekedés az évszázad közepén tetőző, majd csökkenő népességszámmal; A2: régióként heterogén és összességében lassabb gazdasági fejlődés folyamatos népességnövekedéssel; B1: csökkenő nyersanyagigényű, tiszta és forráshatékony ipari technológiák az évszázad közepén tetőző, majd csökkenő népességszámmal; B2: regionálisan eltérő igényesség a környezetvédelemmel szemben és folyamatosan növekvő népességszám. Az A1 forgatókönyvnek csoportja ismert a fosszilis energiahordozók felhasználása szempontjából. Az A1FI az erősen fosszilis, az A1T a nem-fosszilis energiahordozókra épülő világgazdaságot vetít előre, az A1B pedig az összes energiaforrás egyensúlyi felhasználását feltételezi.

A GEO története

2002 JOHANNESBURG: Fenntartható fejlődés csúcs – szükséges az egyeztetett Föld megfigyelés

2003 EVIAN: G8 megerősíti a Föld megfigyelés fontosságát

2003 WASHINGTON: I. Földmegfigyelési Csúcstalálkozó

2004 TÓKIO: II. Földmegfigyelési Csúcstalálkozó – GEOSS keretdokumentum

2005 BRÜSSZEL: III. Földmegfigyelési Csúcstalálkozó – GEOSS 10 éves megvalósítási program, GEO kormányközi csoport

2005 GLENÉAGLES: G8 Csúcs akció terve támogatja a GEOSS-t

2007 HEILINGENDAMM: G8 Csúcs megerősíti vezető szerepét a GEOSS kialakításában

2007 FOKVÁROS: IV. Földmegfigyelési Csúcstalálkozó – Fokvárosi deklaráció

Blokkoló anticiklonok szerepe nagy csapadékmennyiséggel járó időjárási helyzetek kialakulásában

Bevezetés

Emlékezetesen csapadékos volt a 2000-es év ősze Nyugat-Európában (*ld. pl. Gyuró, 2001, 2002*). Hasonló helyzet alakult ki 2006-ban is. Az általános cirkuláció szempontjából vizsgálva az adott időszakok időjárási helyzetét, azt lehet megállapítani, hogy valamennyi esetben ún. blokkoló anticiklon volt jelen kontinensünk térségében. Mivel ilyen helyzetek a Kárpát-medence időjárását is jelentősen befolyásolják, ezért megvizsgáltuk a blokkoló anticiklonok lehetséges szerepét a magyarországi, nagy csapadékmennyiséggel járó időjárási helyzetek kialakulásában.

Csapadékos helyzetek eddigi vizsgálatai

A Duna és a Tisza vízgyűjtőit érintő, jelentős mennyiségű csapadékhullással járó időjárási helyzetek kutatása hosszú múltra tekint vissza hazánkban. A meteorológiai feltételek vizsgálatának a Tisza esetében különös fontosságot ad az a tény, hogy az árhullámok sok esetben hirtelen alakulnak ki, így a felkészülésre és a védekezés közvetlen előkészítésére sokszor csak 1–2 napos időelőny adódik. Természetesen olyan eset is előfordulhat (elsősorban a kisebb folyók, patakok vízgyűjtőin), amikor gyakorlatilag nincs is időelőny a nagy csapadék kialakulása és a levonuló ún. torrens áradás között. Az ilyen jellegű árvizek kiváltói rendszerint mezometeorológiai jelenségek, elsősorban a hosszú ideig fennmaradó, orográfiai akadályok miatt blokkolt zivatarok.

Az első meteorológiai tanulmányok főként a nyári zivatarokat érintették (*pl. Héjas, 1898; Bodolai, 1954*). Később az érdeklődés az időjárási frontokhoz kapcsolódó csapadéktevékenység felé fordult (*pl. Bodolai és Bodolainé Jakus, 1964*). A kutatások összegzéseként sikerült modellezni azt a feltételrendszert, amely mellett jelentős árhullámok alakulhatnak ki a Kárpát-medence nagy folyóin (*Bodolainé Jakus, 1983; Bodolainé Jakus et al., 1984; Tünczer és Saikó, 1985*). A szakterület fejlődésének részletes áttekintését *Bodolainé Jakus (1996)* adja meg.

Napjainkban a numerikus időjárás-előrejelző modellek új alapokra helyezték a mennyiségi csapadékelőrejelzés kérdését. A jelenleg használt módszertan részletes bemutatását találjuk *Homokiné Ujváry és Hirsch (2002)* munkájában. Az eddigi tapasztalatok viszont azt mutatják, hogy a numerikus modellek egyelőre nem tekinthetők univerzálisan bevethető fegyvernek a napi prognózis megfogalmazásakor. Javításra két módon van lehetőség: a nagy mennyiségű csapadékot adó légköri mozgásrendszerek mezoskálájú, azaz a 10–100 kilométeres nagyságrendi tartományba eső szerkezetének

vizsgálata, ill. azoknak az időjárási helyzeteknek a megadása a szinoptikus tartományban, azaz a több ezer kilométeres horizontális kiterjedésű időjárási rendszerek között, amelyek alkalmával a jelentős mennyiségű csapadékképződés megtörténik.

Az első, azaz a mezoskálájú kutatásokkal kapcsolatos eredményeknek nagyon jó összefoglalóját adja *Bodolainé Jakus és Tünczer (2003)* tanulmánykötete. Jelen dolgozatunkban a második módszert alkalmazzuk, vagyis a közepes földrajzi szélességek cirkulációjának olyan helyzetét vizsgáljuk, amelyekben gyakran alakul ki nagy mennyiségű csapadékhullással járó időjárási esemény. A kutatásban a légkör egy különleges jelenségére, a közepes földrajzi szélességek ún. blocking eseményeire fókuszálunk.

A blokkoló anticiklonok szerepe a mérsékelt szélességek cirkulációjában

A 30. és a 60. szélességi körök közötti területen általános esetben erőteljes nyugatias áramlások dominálnak. Az egyes földrajzi szélességeken a légkör hosszú távú termikus egyensúlyának fenntartása érdekében rendszeresen kialakulnak olyan meridionális perturbációk, amelyek lehetővé teszik a trópusokon felhalmozódott hőenergia szállítását a pólusok irányába. Ezen perturbációk következtében a nyomási képződmények egyes esetekben olyan formációkba rendeződnek, amelyek területén a magaslévköri áramlások zonális komponense szinte teljesen megszűnik, nyomási teknők és gerincek, a földfelszín közelében pedig ciklonok és anticiklonok jönnek létre. Ennek a meridionális hullámvásznak az egyik különleges esete az állóhullámok kialakulása, azaz olyan anticiklonok létrejötte, amelyek hosszabb ideig, akár több héten át is ugyanazon a területen vesztegelnek. Ezt nevezi a nemzetközi szakirodalom blockingnak.

A veszteglő anticiklonok első leírása és a blocking elnevezés első használata *Garriott (1904)* nevéhez fűződik, de ebben az irányban csak a II. világháború befejezését követően gyorsultak fel a kutatások, *pl. Namias (1947)* és *Berggren et al. (1949)* tevékenysége nyomán. A blocking helyzet felismerésének komplex kritériumait *Rex (1950)* adta meg:

- a mérsékelt szélességek meghatározó nyugatias áramlási viszonyai között a sugáráramnak (magaslégköri jet stream) két ágra kell hasadnia,
- a légtömegek mozgása az egyik ág mentén észlelhető csak,
- a két eltérő ág által kifeszített területnek legalább 45 hosszúsági fokot kell felölelnie,

– a formációnak legalább 7 napon keresztül fenn kell állnia folyamatosan.

A napi időjárási analízis során ezek a kritériumok túlságosan szigorúnak bizonyultak, ezért munkánk során némileg enyhébb feltételeket alkalmaztunk.

Ismert tény, hogy blokkoló anticiklonok – a többi anticiklonhoz hasonlóan – termikusan homogén felszín fölött jönnek létre. Ilyen lehet az óceáni vízfelszín több millió négyzetkilométer kiterjedésű hasábjá, vagy egy kontinentális tábla. Az eurázsiai térség alkalmasnak tűnik ugyan a feltételek kielégítésére, a tapasztalatok viszont azt mutatják, hogy a teljes táblát sosem uralja anticiklon, legfeljebb annak egy részterületét. Ilyen szokott lenni a Fenn-skandináv térség és a Kelet-európai-síkság (*Makainé Császár és Tóth, 1978*). Ezeknek a területeknek a méretét ismerve a hosszúsági fokokban mért kritérium erősen túlzónak tűnik, ezért vizsgálataink során a 30 hosszúsági fok fölötti feltételt alkalmaztuk. Mivel az élettartamra vonatkozó 7 napos feltétel is csak igen kevés esetben teljesül, ezért minden 5 nap fölötti élettartamú jelenséget bevontunk vizsgálatainkba.

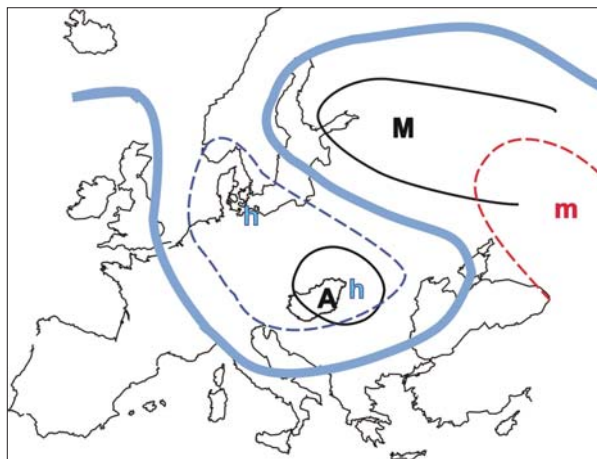
Blokkoló anticiklonok területén a meteorológiai paraméterek nagyfokú homogenitása, csekély időbeli változékonysága jellemző napokon, esetleg heteken keresztül. Ezek árvizek és aszályok, az átlagosnál tartósabban alacsonyabb vagy magasabb átlaghőmérsékletek és más időjárási szélsőségek kialakításához vezetnek. Ezért is fontos, hogy időben felismerjük a blocking képződményeket, lehetőleg még a kezdeti fázisukban, és lehetőségeink szerint jelezzük előre várható helyüket és fennmaradási idejüket.

A blocking események leginkább a magaslégköri térképekről, analízisekről és előrejelzési mezőkről ismerhetők fel. A blokkoló anticiklonok nyugati oldalán rendszeresen megváltozik a ciklonok pályája, gyakori a ciklonok megrekedése – bőséges csapadékhullás kíséretében.

A blocking típusai

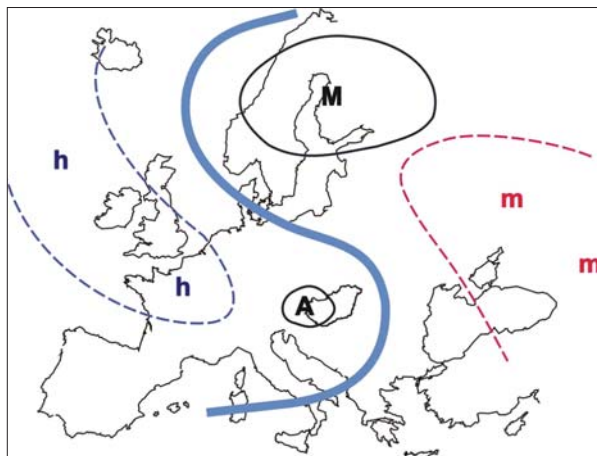
Több szerző is elvégezte a blokkoló anticiklonok tipizálását (*Wiedemann et al., 2002; Pelly and Hoskins, 2003*). Munkánk során az elsőként említett típusrendszert használtuk:

1. ómega-helyzet (*1. ábra*). Ez a görög betűhöz hasonlítható formáció a magassági térképeken. Ilyen esetekben az anticiklon belsejében száraz, derült idő a jellemző, gyenge légmozgásokkal, hosszú ideig való fennállás esetén komoly szárazsággal. Ugyanakkor a képződmény délkeleti, ill. délnyugati peremén meglehetősen csapadékos az időjárás az ott található nyomási teknők, azaz ciklonok hatására. Az ómega-helyzetben az időjárási kép előrejelzése meglehetősen egyszerű, mivel meglehetősen nagy pontossággal ki lehet jelölni a csapadékos és a száraz területek helyét.



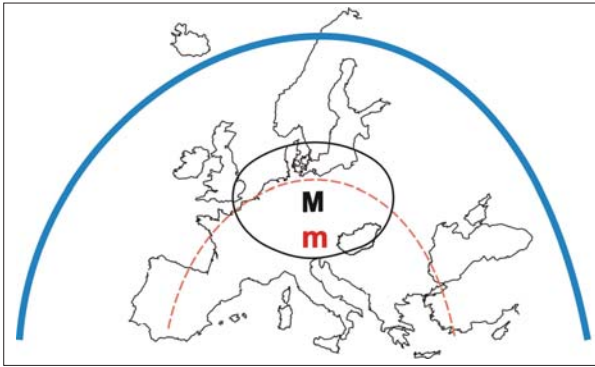
1. ábra Az ómega-típusú blocking sematikus képe (vastag vonal: az 500 hPa-os főizobárszint egy jellegzetes izohipszája, vékony folytonos vonal: a ciklon és az anticiklon egy-egy izobárja, szaggatott vonal: a hideg és a meleg légtömegek egy-egy jellegzetes izotermája a 850 hPa-os főizobárszinten)

2. Rex-típusú blocking (*2. ábra*). Ez egy "fél 8-asra", vagy egy fordított "S"-re hasonlító formáció. Ilyen esetben egymás szomszédságában épül fel nyomás gerinc és teknő. A gerinc tengelye mindig a pólushoz, a teknőé az egyenlítőhöz van közelebb. Ilyen helyzetekben a Kelet-európai-síkság nagy részén és Skandináviában anticiklon, ugyanakkor Közép- és Nyugat-Európában ciklon alakítja az időjárást.



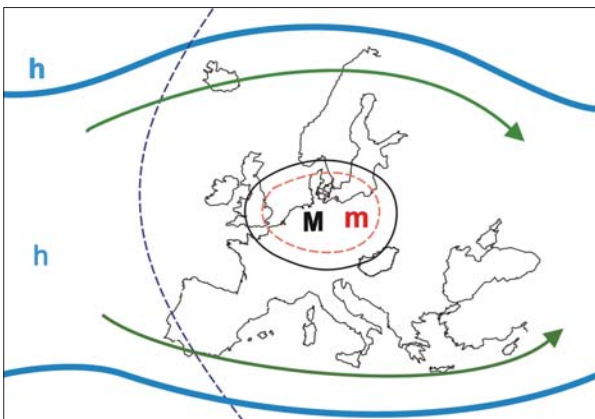
2. ábra A Rex-típusú blocking sematikus képe

3. „Tűzgyűrű”, avagy leszakadó anticiklon (*3. ábra*). A közepes földrajzi szélességek egyenlítő felőli peremén a szubtrópusi magasnyomású zónák időnként meglehetősen nagy területeket foglalnak el, és a szomszédos anticiklonok össze is kapcsolódhatnak. Ez a folyamat vezet a „leszakadó anticiklon”-nak nevezhető helyzet kialakulásához. Másik nevét („tűzgyűrű”) onnan kapta, hogy a képződmény közepén a délutáni órákban erőteljes konvekció figyelhető meg, és a magasnyomású centrumot gyűrűszerűen körülölelő zivatarok láncolata alakul ki.



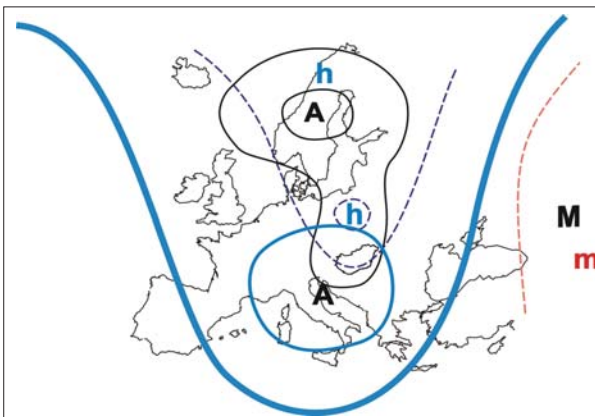
3. ábra A leszakadó anticiklon ("tűzgyűrű"-típusú blocking) sematikus képe

4. Kettéhasadó áramlási mező (4. ábra). Ebben a helyzetben a magaslégköri sugáráram (jet stream) két ágra hasad szét. A két ág mentén meglehetősen gyorsak a mozgások és a változások, a két ág által körülölelt területen viszont állóvízhez hasonló alacsony nyomású zóna alakul ki.



4. ábra A kettéhasadó áramlási mezővel kísért blocking sematikus képe

5. Leszakadó alacsonynyomású rendszer (5. ábra). Már Pettersen (1956) megfigyelte, hogy egyes esetekben a nyomási teknők amplitúdója kiugróan nagy lehet, és ezt gyakran követi a teknő tengelyében lévő alacsony-



5. ábra A leszakadó ciklonnal kísért blocking sematikus képe

nyomású zóna leszakadása. Amennyiben ez állólámként tartósan megmarad egy adott földrajzi hely fölött, a blocking jelenségnek egy különleges, ciklonális fajtájával találkozunk.

A jelentős csapadékmennyiséggel járó időjárási helyzetek kiválasztása

Munkánk során az 1976. és 2005. közötti 30 éves időszak nagy csapadékat adó helyzetait vizsgáltuk meg. Az elemzéshez a kiindulási adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) adatbázisából kaptunk. Jelentős csapadékmennyiséggel járó időjárási helyzet definíciónk szerint az, amikor a magyarországi csapadékmérő állomások legalább háromnegyed részén a lehullott csapadék mennyisége – egymást követő 2 nap alatt – eléri, vagy meghaladja a 10 mm-t. A vizsgálataink során azért dolgoztunk a kétnapos időlépcsővel, mert gyakorta előfordult olyan helyzet, amikor egy csapadékrendszer 24 órán túl is a Kárpát-medence fölött tartózkodott. Ráadásul a hagyományos módon mért napi csapadékösszegek a reggel 7 órától a másnap reggel 7 óráig tartó időszakra vonatkoznak, így a napos bontást alkalmazva sok olyan helyzet kiesett volna látókörünk-ből, amikor a csapadéktevékenység tovább tart a hagyományos napi csapadék észlelési idejénél, ugyanakkor mégis jelentős mennyiség hullott az országra. Első lépésként összegyűjtöttük ezeknek az időjárási helyzeteknek a dátumát, majd egyesével megvizsgáltuk, mi lehetett a nagy csapadék kiváltó oka.

A blocking vizsgálata

Annak eldöntésére, hogy a korábban kiválasztott csapadékos időjárási helyzetben volt-e blocking esemény, az Amerikai Egyesült Államok Országos Környezet-tudományi Előrejelző Központja (National Centers for Environmental Prediction, NCEP) és az Országos Légkörtudományi Kutatóközpont (National Center for Atmospheric Research, NCAR) által készített, és a számítógépes világhálón hozzáférhető magaslégköri térképeit használtuk a 850 és az 500 hPa-os főizobárszintekre vonatkozóan.

Jelentős csapadékmennyiséget adó időjárási helyzet 1976. és 2005. között átlagosan évente 14-szer fordult elő. Blocking eseményhez az említett 30 év alatt évente csaknem 10 alkalommal volt társítható jelentős mennyiségű csapadékhullás (1. táblázat). Érdekes megfigyelni, hogy az éves csapadékmennyiség és a blocking helyzetek gyakorisága között igen erős kapcsolat van (vö. 6. ábra).

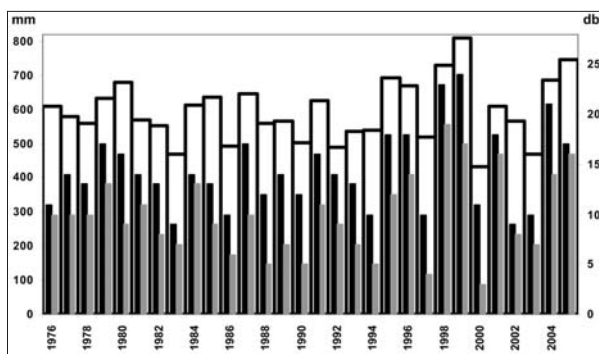
Elvégeztük a blocking helyzetek tipizálását is a nagy csapadékat adó helyzetekre (7. ábra). Kiderült, hogy elsősorban a Rex-típusú blocking (22%), a kettéhasadó áramlási mező (46%) és a leszakadó alacsonynyomású (24%) esetén várhatunk országosan kiadós csapadékat. Nagy csapadék csekély számban előfordult az ómega-

1. táblázat

év	csapadékösszeg (mm)	csapadékos helyzet (db)	blocking esemény (db)
1976	610	11	10
1977	578	14	10
1978	558	13	10
1979	631	17	13
1980	681	16	9
1981	569	14	11
1982	553	13	8
1983	470	9	7
1984	613	14	13
1985	636	13	9
1986	492	10	6
1987	645	17	10
1988	558	12	5
1989	566	14	7
1990	503	12	5
1991	626	16	11
1992	487	14	9
1993	537	13	7
1994	539	10	5
1995	692	18	12
1996	670	18	14
1997	519	10	4
1998	731	23	19
1999	809	24	17
2000	433	11	3
2001	609	18	16
2002	564	9	8
2003	467	10	7
2004	687	21	14
2005	746	17	16
összes	17779	431	295
éves átlag	593	14,4	9,8

Az éves csapadékösszeg (mm), a legalább 10 mm-es csapadékhullással járó időjárási helyzetek száma (db) és a jelentős csapadékhullással járó blocking események száma (db)

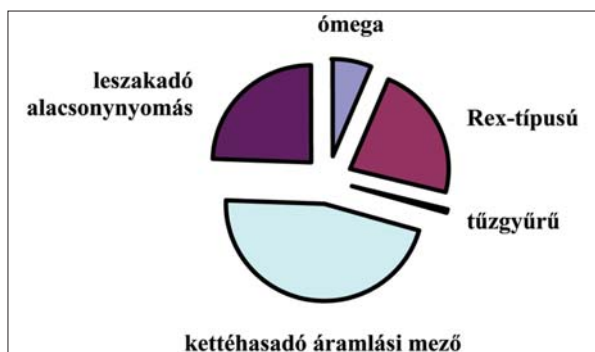
típusnál is (6%). A leszakadó anticiklon, azaz a „tűzgyűrű” helyzet fellépésekor viszont 30 év alatt mindössze kétszer fordult elő nagy csapadék. A két eset is egy déli blokkoló anticiklon peremén kialakult hevesebb zivataroknak tulajdonítható.



6. ábra Az éves csapadékösszeg (üres hasáb), a jelentős csapadékhullással járó időjárási helyzetek (fekete hasáb) és a blocking jelenséggel fellépő jelentős csapadékú időjárási helyzetek (szürke hasáb) évenkénti száma 1976. és 2005. között

Összefoglalás

A magyar nyelvű szakirodalomban viszonylag ritkán lehet találkozni a blocking jelenségkör fogalmával. Dolgozatunkban igyekeztünk megadni a jelenségkör



7. ábra A blocking egyes típusainak relatív gyakorisága jelentős csapadékhullással járó időjárási

leírását, valamint szinoptikus klimatológiai vizsgálatokat végeztünk a Kárpát-medence térségére vonatkozóan. Megállapítható, hogy a jelentős mennyiségű csapadékhullással járó időjárási helyzetek döntő többségének kapcsolata van a blocking jelenséggel, és azt is sikerült kimutatni, milyen blocking-típusok mellett lehet a legnagyobb valószínűséggel számítani ezekre az időjárási helyzetekre.

Gyuró György és Tóth Tamás

Hivatkozások

- Berggren, R., B. Bolin and C. G. Rossby, 1949: Aerological study of zonal motion, its perturbations and break-down. *Tellus* 1 (2), 14-37 old.
- Bodolai I., 1954: A konvektív zivatarok aerológiai-szinoptikai feltételeiről. Az OMI Kisebb Kiadványai No. 27., Országos Meteorológiai Intézet, Budapest, 80 old.
- Bodolai I. és Bodolainé Jakus E., 1964: A frontális csapadék mennyiségének szinoptikus feltételei. Az OMI Kisebb Kiadványai No. 34., OMI, Budapest, 60 old.
- Bodolainé Jakus E., 1983: Árhullámok szinoptikai feltételei a Duna és a Tisza vízgyűjtő területén. Az OMSZ Hivatalos Kiadványai LVI. kötet. OMSZ, Budapest, 126 old.
- Bodolainé Jakus E., 1996: Magyar szinoptikus meteorológiai kutatások 1955-1995. OMSZ, Budapest, 217 old.
- Bodolainé Jakus E., Bonta I., Nagy K. és Németh P., 1984: A hidrológiai egyenleg becslése rövid távra a Duna és a Tisza vízgyűjtő területén. Az OMSZ Kisebb Kiadványai 56. szám. OMSZ, Budapest, 74 old.
- Bodolainé Jakus E. és Tanczer T., 2003: Mezőléptékű konvektív komplexumok, a hirtelen árhullámok kiváltói. OMSZ, Budapest, 214 old.
- Garriott, E. B., 1904: Long-range forecasts. *US Weather Bureau Bulletin* No. 35, 142 old.
- Gyuró Gy., 2001: Szinoptikus előadások. Egyetemi Meteorológiai Füzetek No. 16. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 88 old.
- Gyuró Gy., 2002: Az elmúlt ősz szélsőségei szinoptikus szemmel. A blocking. Beszámoló a 2001. évi tevékenységről. OMSZ, Budapest, 138-144 old.
- Héjas E., 1898: Zivatarok Magyarországon az 1871-től 1895-ig terjedő megfigyelések alapján. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 38 old.
- Homokiné Ujváry K. és Hirsch T., 2002: A csapadék-előrejelzés módszertana. In: A meteorológiai előrejelzések és alkalmazásai. A 28. Meteorológiai Tudományos Napok előadásai, Szerkesztette: Miki J., OMSZ, Budapest, 93-100. old.
- Makainé Császár M. és Tóth P., 1978: Szinoptikus meteorológia I. Tankönyvkiadó, Budapest, 320 old.
- Namias, J., 1947: Characteristics of the general circulation over the Northern Hemisphere during the abnormal winter 1946-47.

Monthly Weather Review 75, 145-152 old.
 Pelly, J. L. and B. J. Hoskins, 2003: A new perspective on blocking. Tellus, 743-755. old.
 Pettersen, S., 1956: Weather Analysis and Forecasting, 2nd ed., Vol. I. McGraw-Hill, 428 pp.
 Rex, D. F., 1950: Blocking action in the middle troposphere and its effect on regional climate II: The climatology of blocking action. Tellus No. 3, 275-301 old.

Tánczer T. és Saikó J., 1985: A csapadék valószínűségének és mennyiségének becslése műholdképek alapján. Az OMSZ Kisebbségi Kiadványai 58. szám. OMSZ, Budapest, 42 old.
 Wiedemann, J. M., A. R. Lupo, I. I. Mokhov and E. A. Tikhonova, 2002: The climatology of blocking anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: Block intensity as a diagnostics. Tellus, 3459-3473. old.

Olvastuk

Műholdas térképpel a szélenergia hasznosításáért

A NASA QuickSCAT műholdjával készült globális tengeri szélterkép alapján kijelölhetők azok a helyek, ahol a leginkább érdemes part menti szél erőműveket építeni. Az 1999-ben felbocsátott hold az óceánfelszín közelében fújó szél sebességét és irányát képes meghatározni. A mérés radaros elven működik. Azt használja ki, hogy a változó szél következtében más-más módon hullámzó vízfelületről másképpen szóródnak a fedélzeti radarberendezés által a vízfelszínre küldött mikrohullámok. A közel egy évtizedes átfogó adatbázisból most elkészítettek egy szélterképet.

A szélenergia felhasználása során nem keletkeznek közvetlenül üvegházhatású gázok. Ezért ezt a bőségesen rendelkezésre álló „zöld” energiaforrást érdemes volna minél hatékonyabban az emberiség szolgálatába állítani. Ezt segíti, ha megbízható információval rendelkezünk azokról a helyekről, ahol folyamatosan a megfelelő erősséggel fúj a szél. Mivel a QuickSCAT adatai a tengerfelszínre vonatkoznak, ebben az esetben természetesen a partok mentén építendő szél erőművekről lehet szó. Becslések szerint a világ energiaszükségletének akár a 10–15%-át is lehetne fedezni a szél energiájából. A számítások azt mutatják, hogy a legalkalmasabb helyeken az egy négyzetméterre jutó termelés 500–800 W lehet. Az ugyancsak környezetbarát napenergiaéhoz (1 kW/m²) képest ez kevesebb ugyan, de azt is érdemes számításba venni, hogy a szélenergia a generátorokkal hatékonyabban és olcsóbban alakítható elektromos energiává, mint a napenergia a jelenleg gyártott napelemekkel. A jövőben akár úszó szél erőműtelepek is elképzelhetők – ezek zajukkal kevésbé zavarnák a part menti élővilágot, s nyílt vizek felett általában a szél is erősebb.

A térképen megjelöltek néhány helyszínt, ahol különösen érdemes volna a szélenergiát hasznosítani. Ilyen például Észak-Kalifornia, Tasmánia, Új Zéland egy-egy jól meghatározott vidéke. Az adatbázis nemcsak a szélenergia jobb felhasználását segítheti elő. Értékes információt nyújthat például a hajózási társaságoknak, amelyek így el tudják kerülni a legviharosabb tengeri útvonalakat.

(www.urvilag.hu F.S.)

A marsi vízre vonatkozó közvetlen bizonyítékkal szolgált a Phoenix

Az amerikai Phoenix űrszonda kutatócsoportjának hosszas vizsgálatok után sikerült vízjeget tartalmazó mintát juttatni a TEGA (Thermal and Evolved-Gas Analyzer) műszer egyik kemencéjébe. A TEGA a fokozatosan melegített anyagmintából eltávozó gázok összetételét analizálja. Korábban, az első vizsgálat során nem bukkantak víz nyomára. A feltételezések szerint

azért, mert túl sok ideig tartott a mintának a műszerbe juttatása, s ez idő alatt a benne lévő vízjég elszublimált. A talajfelszínen látható, majd pár napon belül eltűnő szemcsék fényképezése egyébként igazolni látszott ezt az elképzelést. (Még korábban a Mars körül keringő űrszondák radaros mérései is a felszín alatti jelentős mennyiségű jégre utaltak a bolygó sarkvidéki területein.)

A Phoenix űrszonda fedélzeti laboratóriumában végzett anyagvizsgálat tehát meghiúsította a küldetés várva várt eredményét: sikerült közvetlen elemzési módszerrel kimutatni a Mars felszínéről vett törmelék mintában H₂O-tartalmát. A kiemelkedő fontosságú felfedezés tudományosan igazolt tényről szilárdítja azt a feltételezést, mely szerint jelenleg is létezik vízjég az égitesten. Az eredmény számos olyan vitát lezár, amelyek az elmúlt közel másfél évszázadban a marsi vízzel kapcsolatban zajlottak és új fejezetet nyit a bolygó tanulmányozásában: a múltbeli életformák nyomait és a remélhetőleg máig fennmaradt élettevékenység jeleit kereső küldetések időszakát. Nem meglepetés, de mégis történelmi jelentőségű felfedezés: a Phoenix közvetlenül is bebizonyította, hogy van vízjég a Mars talajában.

Földtudományi szempontból azért fontos a víz jelenléte a Marson, mert jelzi, hogy a Föld egyik legfontosabb anyagának tartott H₂O külső bolygószomszédunk felszínén is megtalálható, tehát a Mars valóban a sajátunkhoz leginkább hasonló égitest a naprendszerben. Asztrobiológiai szempontból azért, mert az általunk ismert földi típusú vagy ahhoz hasonló és általunk elképzelhető életformák létezésének a víz mindenképpen szükséges (de természetesen nem elégséges) feltétele, vagyis reményt jelent abból a szempontból, hogy a Marson valamilyen módon létezhetett, esetleg ma is létezhet élet. Gyakorlati űrkutatási szempontból pedig azért, mert a remélhetőleg néhány évtized múlva indítandó emberes kutató expedíciók számára a víz rendelkezésre áll majd erőforrásként, számos módon könnyítve meg egy Mars-bázis kialakítását és fenntartását.

A Marson tartózkodó szonda időközben elkészítette a leszállóhely környékének teljes, színes panorámaképét. A Phoenix kb. 100 nanométeres felbontású atomerő-mikroszkópjának első képe a bolygó felszínét borító por egyetlen, 1 mikrométer átmérőjű szemcséjéről készült. Az űrszonda küldetését hivatalosan meghosszabbították, egyelőre 1 hónappal, szeptember 30-ig. Ennek további költsége 2 millió dollár, ami az eddigi teljes, 420 millióhoz képest nem nagy összeg ...

Űrkaleidoszkóp XXII. évf. 9. szám

Közreadja: H. Bóna Márta

MILYEN MÉRTÉKŰ VÁLTOZÁS VÁRHATÓ A KÁRPÁT-MEDENCE ÉGHAJLATI SZÉLSŐSÉGEIBEN A XXI. SZÁZAD VÉGÉRE?

A *Légkör* előző számában megjelent cikkünkben a PRUDENCE projekt 50 km-es felbontású modellszimulációi alapján készített hőmérséklet- és csapadékbecsléseket mutattuk be a Kárpát-medence térségére a 2071–2100 időszakra, valamint az 1 °C-os globális melegedéshez kapcsolódva. Ebben a számban a szélsőséges hőmérsékleti és csapadék események, illetve extrém indexek várható változását elemezzük az A2 és a B2 globális IPCC scenáriók esetére.

Bevezetés

A globális melegedés egyik megnyilvánulása az extrém időjárási események gyakoriságának és amplitúdójának megváltozása. Az előző számban bemutatott (Bartholy *et al.*, 2008) PRUDENCE projekt fő célja az európai éghajlati változások kockázatának és hatásainak meghatározása volt regionális scenáriók és bizonytalansági becslések alapján (Christensen, 2005). Számos meteorológiai paraméterre (pl.: középhőmérséklet, maximum- és minimumhőmérséklet, csapadékösszeg, szél, stb.) elkészültek a PRUDENCE projekt keretében az IPCC (2007) A2 és B2 scenárió regionális modellbecslései (50 km-es horizontális felbontással) mind a négy évszakra. A PRUDENCE szimulációk a XXI. század végére (2071–2100) és a referencia időszakra (1961–1990) állnak rendelkezésre.

Ebben a cikkünkben összegezzük a Kárpát-medence térségére a XXI. század végére várható regionális változásokat az extrém hőmérsékleti és csapadékparaméterekre. Elsőként a napi maximum- és minimumhőmérsékletek várható alakulásának területi eloszlását, majd a WMO-CCI/CLIVAR munkacsoport által ajánlott hőmérsékleti és csapadék indexek becsült változásait elemezzük.

A maximum- és minimumhőmérséklet várható változása a Kárpát-medencében

A hőmérsékleti szélsőségek 2071–2100-ra várható alakulását ún. kompozittrékepek segítségével ábrázoltuk az A2 és a B2 scenárióra vonatkozóan. Az A2 scenáriót tekintő futtatások közül 16 szimulációt, míg a B2 scenárió esetén 8 szimulációt vettünk figyelembe.

A napi maximum- és minimumhőmérséklet évszakos átlagainak várható alakulását vizsgáltuk a 2071–2100 időszakra (Bartholy *et al.*, 2007). Az 1. ábra kompozittrékepein

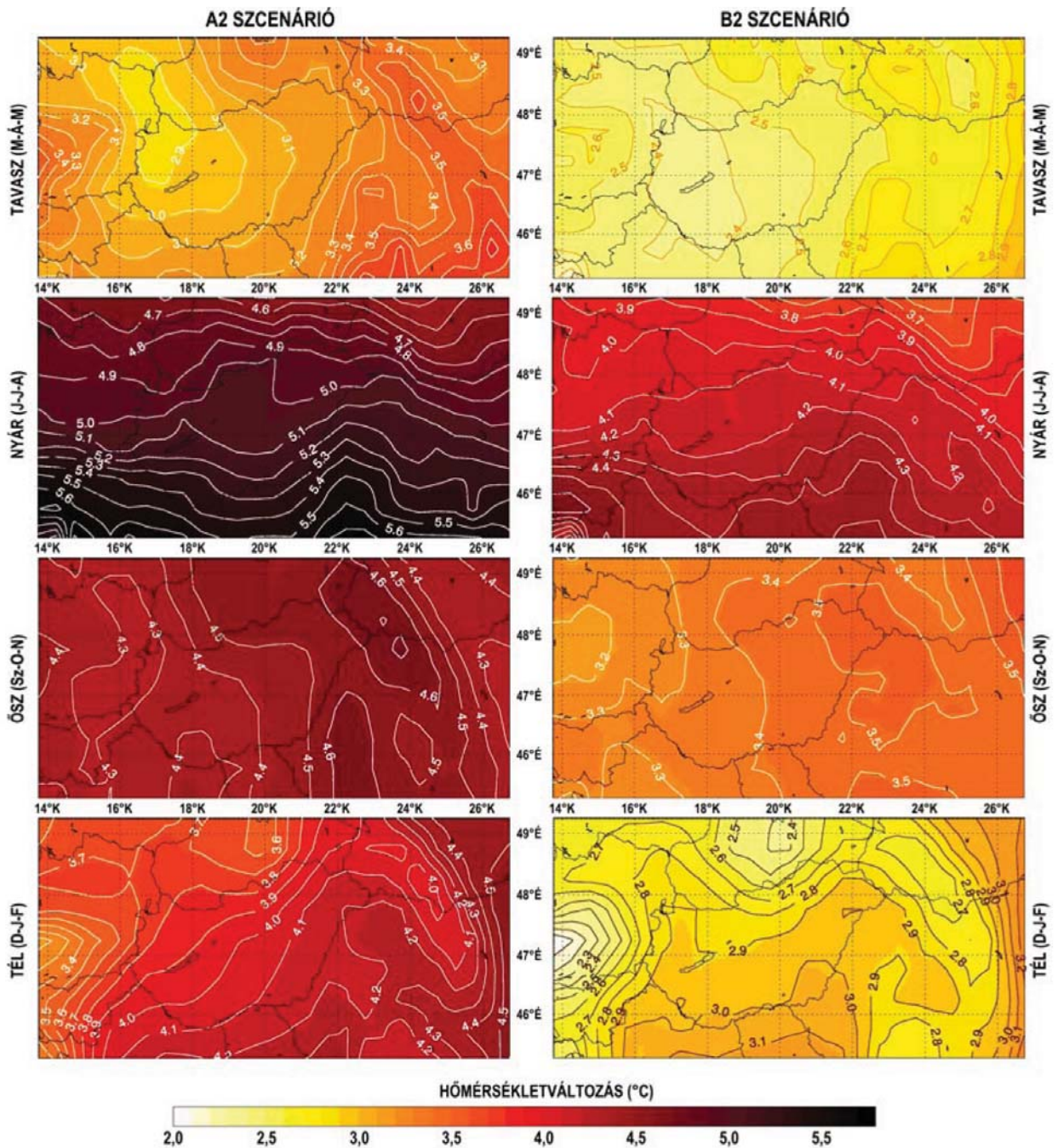
(melyeket a rendelkezésre álló különböző modellfutattásokból kapott várható évszakos változások átlagaként állítottunk elő) bemutatjuk a várható évszakos hőmérséklet-növekedés területi eloszlását a maximumok esetén. A bal oldali oszlopban az A2, a jobb oldali oszlopban pedig a B2 scenárióra vonatkozó évszakos melegedés mértéke látható. Hasonlóan a globális és európai eredményekhez, a Kárpát-medencére is az A2 scenárió esetén nagyobb melegedés várható, mint a B2 esetén. A legnagyobb melegedés mindkét scenárió esetén nyáron várható: a maximumhőmérsékletek várható növekedése 4,9–5,4 °C (A2), illetve 4,0–4,4 °C (B2). A nyári várható melegedés térbeli eloszlása egyértelműen zonális szerkezetet mutat, északról dél felé haladva egyre nagyobb hőmérséklet-növekedésre számíthatunk. A többi három évszakban általában nyugatkeleti gradiens jellemző, s a változás mértéke várhatóan nagyobb lesz a keleti országokban.

Az 1. táblázatban és a 2. ábrán összegezzük a Magyarország teljes területére várható évszakos változásokat. Az 1. táblázatban a kompozittrékepek alapján a maximum- és minimumhőmérsékletek várható évszakos változásának országon belüli legkisebb és legnagyobb mértékét foglaljuk össze. A 2. ábrán az országos átlagokat szemléltetjük évszakonként és scenáriónként. A kis téglalapok alsó oldala a napi maximum-, illetve minimumhőmérsékletek referencia időszakra vonatkozó országos átlagértékét, míg a felső, vastagított oldala a 2071–2100-ra vonatkozó várható átlagértéket mutatja. A téglalapok belsejében lévő nyilak a várható változás irányát, a fölé, illetve alá írt számértékek pedig a várható hőmérsékletemelkedés országos átlagát jelentik meg. Amint a számértékekből kitűnik, a minimumhőmérsékletek valószínűsíthető növekedése általában (tél kivételével) kisebb, mint a maximumhőmérsékleteké, mely arra utal, hogy a napi hőingás mértéke várhatóan növekszik a jövőben. A minimumhőmérsékletnél is a legnagyobb melegedésre nyáron számíthatunk: 4,2–4,8 °C (A2 esetén), illetve 3,5–4,0 °C (B2 esetén).

1. táblázat

	Szenárió	Tavaszi (MÁM)	Nyári (JJA)	Ősz (SzON)	Téli (DJF)
Maximum	A2	2,8–3,3 °C	4,9–5,4 °C	4,3–4,6 °C	3,7–4,2 °C
	B2	2,4–2,6 °C	4,0–4,4 °C	3,3–3,5 °C	2,6–3,0 °C
Minimum	A2	3,0–3,2 °C	4,2–4,8 °C	4,0–4,2 °C	3,8–4,6 °C
	B2	2,3–2,7 °C	3,5–4,0 °C	3,0–3,2 °C	2,8–3,5 °C

A 2071–2100 időszakra Magyarországra várható évszakos növekedés értékei a maximum- és minimumhőmérsékletek kompozittrékepei alapján. A felsorolt intervallumok a Magyarország területén az adott évszakban várható legkisebb és legnagyobb értéket jelzik.

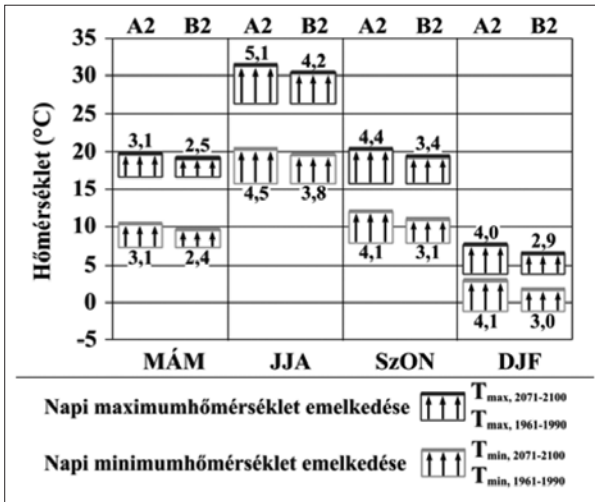


1. ábra: A napi maximumhőmérséklet várható évszakos változása (°C) a Kárpát-medence térségében 16, illetve 8 európai regionális éghajlati modellszimuláció eredményei alapján a 2071-2100 időszakra, A2 (bal oldalon) illetve B2 (jobb oldalon) scenárió esetére

Extrém indexek alakulása

Az 1990-es évek végén nemzetközi összefogással alakult WMO-CCI/CLIVAR munkacsoport által ajánlott extrém éghajlati indexeket (Karl *et al.*, 1999) használtuk a hazai szélsőségek változásainak elemzéséhez. Korábbi vizsgálataink során (Bartholy és Pongrác, 2005; 2007) meghatároztuk számos extrém hőmérsékleti és csapadékindex XX. század második felére vonatkozó tendenciáit a Kárpát-medence térségére. Ezen számítá-

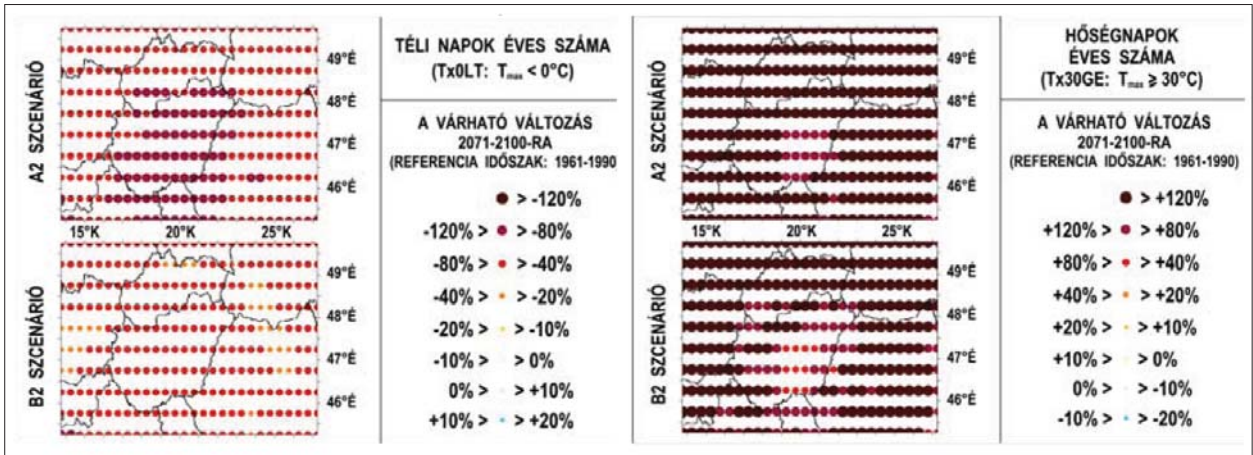
sokhoz a hazai és szomszédos országokbeli meteorológiai állomások mért adatsorait használtuk fel. Ugyanezen indexek idősorait előállítottuk a PRUDENCE keretében futtatott regionális klímamodellek szimulációs mezősorait felhasználva. Példaként e cikkünkben egy olyan modellt választottunk a magyarországi kivágatra számított extrém indexek változásának bemutatására, melyből mind az A2, mind a B2 scenárióra rendelkezésre állnak futtatási eredmények. A Dán Meteoroló-



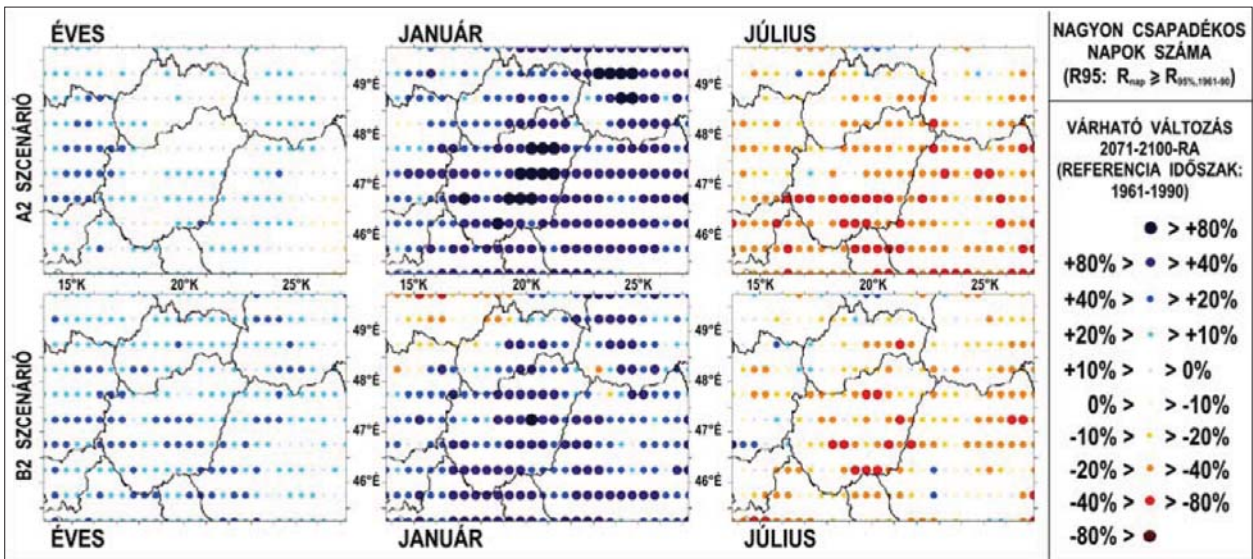
2. ábra: A XXI. század végére Magyarországra várható maximum- és minimumhőmérséklet-változás évszakos átlagos értékei.

giai Intézet (DMI) modellszimulációi a hőmérséklet és a csapadék szempontjából egyaránt átlagosnak vehetők a többi PRUDENCE-szimulációhoz viszonyítva.

A 2. táblázatban összefoglaljuk az extrém hőmérsékleti indexek várható alakulását. A XX. század második felében már elindult és detektálható változások (Bartholy és Pongrácz, 2005) a XXI. század végére várhatóan tovább erősödnek. Az A2 scenárió esetén nagyobb mértékű változásokra számíthatunk, mint a B2 esetén. Az alacsony hőmérséklettel összefüggő indexek (TxOLT, FD, Tn-10LT, Tx10, Tn10) jelentős csökkenése és a magas hőmérsékletekhez kapcsolódó indexek (SU, Tx30GE, Tx35GE, Tn20GT, Tx90, Tn90) erőteljes növekedése egyaránt a Kárpát-medence éghajlatának várható melegedésére utal. Különösen jelentős mértékű a forró napok (Tx35GE), a túl meleg éjszakák (Tn20GT) és a hőségnapok (Tx30GE) számának emelkedése (melyek az A2 scenáriót tekintő modellbecslések



3. ábra: A téli napok ($T_{max} < 0^{\circ}C$) és a hőség napok ($T_{max} \geq 30^{\circ}C$) számának várható változása 2071-2100 időszakra a DMI modellszimulációi alapján A2 és B2 scenárió esetén. Referencia időszak: 1961-1990.



4. ábra: A nagyon csapadékos napok (R95) számának várható éves, januári és júliusi változása 2071-2100 időszakra a DMI modellszimulációi alapján az A2 és B2 scenárió esetén. Referencia időszak: 1961-1990.

2. táblázat

Index jele	Extrém index neve és definíciója	Kontroll-futás: 1961-1990	A2 scenárió: 2071-2100 (Várható változás)	B2 scenárió: 2071-2100 (Várható változás)	Detektált tendencia: 1961-2001 (mérések alapján)
SU	Nyári napok száma ($T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$)	80 nap/év	122 nap/év (+54%)	109 nap/év (+37%)	+
Tx30GE	Hőségnapok száma ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	30 nap/év	74 nap/év (+156%)	61 nap/év (+109%)	+
Tx35GE	Forró napok száma ($T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$)	4 nap/év	33 nap/év (> +300%)	20 nap/év (> +300%)	+
Tn20GT	Túl meleg éjjelek száma	24 nap/év	75 nap/év	62 nap/év	+
Tx90	Meleg napok száma ($T_{\max} > T_{\max,90\%}$)	36 nap/év	80 nap/év (+123%)	68 nap/év (+88%)	+
Tn90	Meleg éjszakák száma ($T_{\min} > T_{\min,90\%}$)	36 nap/év	88 nap/év (+143%)	75 nap/év (+108%)	+
Tx0LT	Téli napok száma ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)	18 nap/év	3 nap/év (-82%)	6 nap/év (-65%)	-
FD	Fagyos napok száma ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)	73 nap/év	27 nap/év (-64%)	48 nap/év (-37%)	-
Tn-10LT	Zord napok száma ($T_{\min} < -10^{\circ}\text{C}$)	6 nap/év	<1 nap/év (-95%)	1 nap/év (-87%)	-
Tx10	Hideg napok száma ($T_{\max} < T_{\max,10\%}$)	36 nap/év	10 nap/év (-73%)	20 nap/év (-46%)	-
Tn10	Hideg éjszakák száma ($T_{\min} < T_{\min,10\%}$)	36 nap/év	9 nap/év (-75%)	17 nap/év (-52%)	-

Extrém hőmérsékleti indexek változása Magyarországra a DMI regionális modellje alapján

szerint országos átlagban rendre elérik a 300%-ot, a 229%-ot, illetve a 156%-ot, a B2 scenárió esetén pedig a 300%-ot, a 169%-ot, illetve a 109%-ot). A hideg téli szélsőségek gyakoriságának várható csökkenése kisebb mértékű, mint a meleg nyári szélsőségek növekedése.

A 3. ábrán két hőmérsékleti extrémindexben (a téli napok és a hőség napok éves számában) 2071–2100 közötti időszakra várható (s az 1961–1990 referencia időszakhoz viszonyított) változásokat hasonlítjuk össze az A2, illetve a B2 scenárió esetén. Mindkét paraméternél egyértelmű a jelentős mértékű melegedés hatása: a téli napok évi számának számottevő csökkenése (a magyarországi rácsponok területi átlagát tekintve 82%-os az A2 scenárió esetén, és 65%-os a B2 scenárió esetén), valamint a hőség napok évi számának jelentős növekedése (A2 esetén átlagosan 156%-os, B2 esetén 109%-os) prognosztizálható. A két bemutatott extrém hőmérsékleti index közül az egyik (hőség napok évi száma) a pozitív extrémek esetén várható területi különbségekre ad példát, míg a másik (téli napok évi száma) a negatív hőmérsékleti szélsőségekben várható tendenciák tipikus területi eloszlását illusztrálja. A térképeken jól látható, hogy a pozitív extrémek esetén nagyobb változásra számíthatunk a magasabban fekvő hegyvidéki területeken, s valamivel kisebbre a sík vidékeken. Ezzel ellentétes a negatív hőmérsékleti extrém indexek várható tendenciájának területi eloszlása: az alföldi térségben valószínűsíthető a nagyobb változás.

A 3. táblázatban néhány extrém csapadékindex

várható tendenciáját foglaljuk össze a DMI modellszimulációk eredményei alapján. Éves viszonylatban és országos átlagban relatíve kis változások várhatók, általában 10-20%-os növekedésre számíthatunk az extrém csapadék események gyakoriságában. Ha a januári és a júliusi (gyakran egymással ellentétes) tendenciákat külön-külön tekintjük, akkor jelentősebb a várható változás mértéke. A januári várható gyakoriságnövekedés mindkét scenárió esetén meghaladhatja akár a 200%-ot is (példál az RR20 jelű, 20 mm-t meghaladó extrém napi csapadékú napok száma). Ez arra utal, hogy a csapadék éven belüli eloszlásában jelentős átrendeződésre számíthatunk. Például az 5 mm-nél nagyobb csapadékú napok évi száma várhatóan csak 2%-kal, illetve 9%-kal növekszik a XXI. század végére (az A2 scenárió, illetve a B2 scenárió esetén), viszont januárban 58%-os, illetve 40%-os növekedést, júliusban pedig 32%-os, illetve 25%-os csökkenést jelez a dán regionális klímamodell. A csapadék indexek elemzése alapján megállapíthatjuk, hogy a nagy csapadékú eseményeknek a XXI. század utolsó három évtizedére várható gyakoriságnövekedése elsődlegesen a téli hónapokra lesz jellemző.

A 4. ábrán az R95 jelű, nagyon csapadékos napok éves és havi (januári és júliusi) számának várható változásait vetjük össze az A2 és a B2 scenárió esetére. Az index azokat a napokat számolja össze, melyeken a napi csapadékösszeg meghaladja az 1961–1990 referencia időszak napi szimulált csapadék időszora alapján meg-

3. táblázat

Csapadék index	Kontroll-futás: 1961-1990	A2 szcenárió: 2071-2100 Várható változás mértéke (%)			B2 szcenárió: 2071-2100 Várható változás mértéke (%)			Detektált trendek: 1976-2001 (mérések alapján)
		Éves	Január	Július	Éves	Január	Július	
Napi csapadék maximuma Rx1 (R _{max})	21.5 mm	25.0 mm +17%	+33%	+2%	25.3 mm +18%	+20%	-2%	-
5 nap alatt lehullott max. csapadékösszeg Rx5 (R _{max5 days})	43.5 mm	49.6 mm +15%	+24%	-7%	49.9 mm +15%	+17%	-13%	+
Napi csapadékkoncentráció index SDII (R _{year} /RR1)	4.6 mm	4.9 mm +7%	+15%	-2%	4.9 mm +8%	+12%	+1%	+
Nagyon csapadékos napok száma R95 (R _{day} ≥ R _{95%, 1961-90})	18 nap/év	19 nap/év +9%	+59%	-28%	21 nap/év +18%	+41%	-23%	+
Mérsékelt csapadékos napok száma R75 (R _{day} ≥ R _{75%, 1961-90})	90 nap/év	85 nap/év -6%	+21%	-29%	91 nap/év +1%	+13%	-26%	+
Extrém csapadékos napok száma RR20 (R _{day} ≥ 20 mm)	<1 nap/év	2 nap/év +106%	+271%	+80%	2 nap/év +105%	+275%	-56%	+
Nagy csapadékos napok száma RR10 (R _{day} ≥ 10 mm)	9 nap/év	11 nap/év +19%	+83%	-18%	12 nap/év +28%	+59%	-14%	+
5 mm-nél nagyobb csapadékos napok száma RR5 (R _{day} ≥ 5 mm)	37 nap/év	37 nap/év +2%	+58%	-32%	40 nap/év +9%	+40%	-25%	-
1 mm-nél nagyobb csapadékos napok száma RR1 (R _{day} ≥ 1 mm)	132 nap/év	124 nap/év -6%	+21%	-20%	130 nap/év -1%	+12%	-22%	-
0,1 mm-nél nagyobb csapadékos napok száma RR0.1 (R _{day} ≥ 0.1 mm)	231 nap/év	217 nap/év -6%	+10%	-14%	226 nap/év -2%	+7%	-13%	-

Extrém csapadékindekek változása Magyarországra a DMI modellszimulációi alapján

határozott 95%-os percentilis értékét (a percentilisek az idősor rendezett mintája alapján határozhatók meg, s azt az idősbeli értéket adják meg, amelynél kisebb értékek az adott százalékban fordulnak elő a teljes mintában). Jól látszik, hogy míg az R95 éves változásai mindkét szcenárió esetén kisebb mértékűek (9%-os, illetve 18%-os a magyarországi rácpontok átlagát tekintve), addig ennél nagyobb mértékű, egymással ellentétes előjelű trendekre számíthatunk télen és nyáron. Januárban az A2 szcenárió esetén területi átlagban 59%-os, a B2 szcenárió esetén 41%-os növekedést jelez a DMI regionális klímamodellje. Júliusban viszont 28%-os, illetve 23%-os átlagos csökkenést prognosztizál.

Következtetések

A modellbecslések alapján a szélsőséges hőmérsékletekben egyértelműen jelentős melegedés várható az egész Kárpát-medence területén. Az A2 szcenárióra prognosztizált változások mértéke jelentősen meghaladja a B2 szcenárióra kapott becsléseket. A hőmérsékleti extrémindexekben a XX. század második felében már elindult és detektálható változások a XXI. század végére várhatóan tovább erősödnek. A csapadék extrémindexekben éves viszonylatban és országos átlagban relatíve kis változások várhatók, viszont a januári és a júliusi tendenciákat külön-külön tekintve gyakran egymással ellentétes jelentős mértékű változásra számíthatunk. Télen a nagy csapadékos események gyakoriságának növekedése, nyáron kisebb mértékű csökkenése valószínűsíthető.

Köszönetnyilvánítás. Kutatásainkat támogatta a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, az MTA TKI Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz című, 2006/TKI/246 számú programja, az OTKA T-049824, K-67626, K-69164 számú pályázata, az NKFP-

3A/0082/2004 és az NKFP-6/079/2005 pályázat. További segítséget nyújtott az EU VI. keretprogram CECILIA projektje (GOCE-037005). Az éghajlatváltozási modellszimulációk adatbázisát az EU EVK2-CT2001-00132 számú szerződésében támogatott PRUDENCE projekt keretében állították elő.

**Bartholy Judit, Pongrácz Rita,
Gelybó Györgyi, Szabó Péter
ELTE Meteorológiai Tanszék**

Irodalom

- Bartholy, J., Pongrácz, R. (2005): Néhány extrém éghajlati paraméter globális és a Kárpát-medencére számított tendenciája a XX. században. AGRO-21 Füzetek 40: 70-93.
- Bartholy, J., Pongrácz, R. (2007): Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. Global and Planetary Change 57: 83-95.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó, Gy., Szabó, P. (2007): A hőmérsékleti extrémumok várható alakulása a Kárpát-medence térségében a XXI. század végén. "Klíma-21" Füzetek 51: 3-17.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó Gy. (2008): Milyen mértékű éghajlatváltozás várható a Kárpát-medencében? Léggör 53/2: 19-24.
- Christensen, J.H. (2005): Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects - Final Report. DMI, Copenhagen.
- IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York.
- Karl, T.R., Nicholls, N., Ghazi, A. (1999): Clivar/GCOS/WMO Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes Workshop Summary. Climatic Change 42: 3-7.

A 2008. ÉVI NYÁRI ZIVATAROK NÉHÁNY STATISZTIKAI JELLEMZŐJE

Bevezetés

A légköri jelenségek közül a zivatar, illetve a zivatart kísérő jelenségek: a mennydörgés, villámlás, tomboló szélvihar, intenzív zápor, jégeső a természet erőinek egyik lenyűgöző megnyilvánulása. Az idén nyáron gyakran volt részünk ebben az élményben, ugyanakkor több ízben megtapasztaltuk a zivatarok pusztító erejét is.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérőhálózatában közel 600 állomás rögzíti a csapadékos események jellemzőit, ezeken belül zivatar megfigyelés is történik. A csapadékmérő állomásokon társadalmi észlelők végzik a megfigyeléseket, és postai úton, havi rendszerességgel küldik feljegyzéseiket. Az észlelővel ellátott szinoptikus állomásaink pedig elektronikus úton továbbítják a megfigyeléseket az OMSZ klimatológiai adatbázisába.

Zivatarról akkor történik feljegyzés, ha az észlelő mennydörgést, vagy dörgést és villámlást is tapasztal, a villámlás észlelése önmagában tehát nem jelent zivatart. A zivatar nem jár feltétlenül csapadékhullással, ezek az úgynevezett „száraz zivatarok”. Száraz zivatarról kétféle értelemben beszélhetünk. Az egyik esetben csapadék egyáltalán nem keletkezik, a másik esetben csak a megfigyelési helyen nem észlelhető. Olyan zivatáros nap, amikor az első eset áll fenn, Magyarországon gyakorlatilag nem fordul elő, míg a második rendszeresen, de a csapadékhullással kísért zivatarokhoz képest jóval kevesebbszer jelentkezik. A legzivatarosabb, júniusi hónapban 1–2 az átlagos száma. Egy-egy helyen természetesen ettől lehetnek eltérések. A zivatarokat többnyire heves záporok, erős szél, néha jégeső is kíséri.

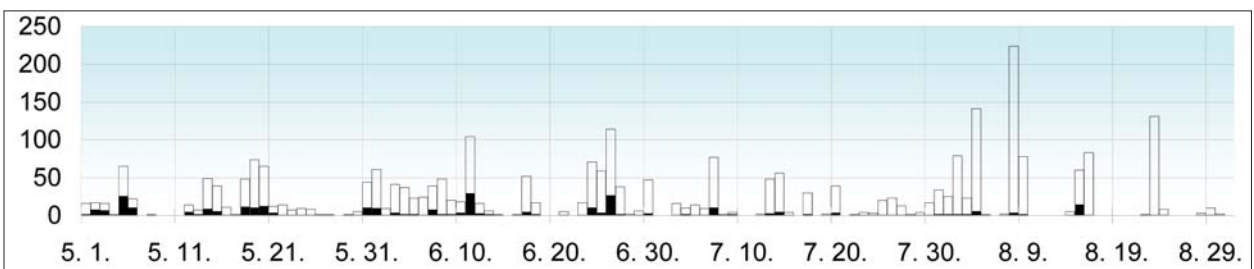
Előjáróban fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a zivatarészlelések bizonyos mértékig szubjektív tényezők által terhelték, ugyanis a messzebről hallható mennydörgést eltérően értékelhetik az egyes észlelők, a távolabbi események megfigyelése különös éberséget igényel. Emiatt a folyamatos szolgálatot teljesítő, észlelővel ellátott automata állomásaink adatai valószínűleg kevésbé inhomogének, mint a csapadékmérő hálózatról származó feljegyzések.

A térinformatikai rendszerek fejlődése, az elektronikus adatbázis használata ma már lehetővé teszi, hogy az egész országra kiterjedően képet kapjunk a zivatarellátottságról a korábbi, igen értékes, néhány állomásra történő feldolgozások mellett.

Zivatarstatistika

Idén a nyári hónapok bővelkedtek zivatáros napokban, az emlékek felidézésében segít az 1. ábra. Az utolsó tavaszi hónapot is feltüntettük az időtengelyen, mivel a zivatáros napok éven belüli eloszlását tekintve a nyári hónapok után május a legzivatarosabb a sorban. Az ország területén bármely állomásunkon feljegyzett összes zivatar megjelenik ezen az oszlopdiagramon, naponként. Zivatárosnak tekintettünk egy napot, ha a mérőhálózatban legalább egy helyről zivatart jeleztek. Az oszlopokon belüli sötétebb kiemelés a jégesővel együtt fellépő zivatarok számát mutatja. Májusban gyakrabban kell jégeső kialakulásával számolni, mint a melegebb hónapokban, mivel a fagypont alacsonyabban helyezkedik el, a jégszemeknek nincs elég ideje elolvadni. A több jégeső viszont nem okoz feltétlenül nagyobb károkat, mivel a jégszemek nem híznak akkorára, mint a melegebb hónapokban. Az idén májustól augusztusig 267 esetben érkezett jégesőről jelentés.

Június volt az idén is a legzivatarosabb, összesen 876 zivatart észleltek az országban, ebből 105 esetben a zivatar jégesővel járt együtt. Júniusban 27 nap volt zivatáros, de júliusban is rendkívül sok volt a zivatáros nap, összességében egy hétnyi csendesebb időszak volt a legmelegebb nyári hónapban. A júliusi jégesők pusztítóbbak, mint a megelőző hónapokban, ekkor 23 állomáson tapasztaltak jégesőt. Emlékezetes a július 7-én több megyére kiterjedő felhőszakadással, jégesővel együtt járó rendkívül heves zivatar, 14-én főként a Dunántúlon volt jégverés. Az augusztus is meg van tűzdelve zivatáros napokkal, sőt augusztus 8-án egy átvonuló intenzív hidegfront következtében 224 helyről jelentettek zivatart. A zivataroknak egy jelentős része



1. ábra Megfigyelt zivatarok, ezen belül a jégesővel kísért zivatarok (sötét oszloprész) száma a 2008. május 1.-augusztus 31. időszakban.

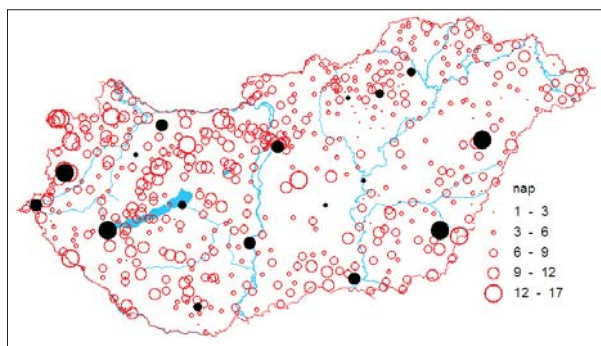
megközelítőleg egy időben lép fel országosan, történhet ez front átvonulása, vagy konvektív tevékenység miatt, ez különösen igaz volt augusztus 8-ára.

A továbbiakban havi térképeken szemléltetjük, hogy a zivataros napok milyen térbeli eloszlást követtek az idén nyáron, ezeken kívül bemutatjuk a harmincéves átlagokat is az 1971–2000 időszakra. Az észlelés meteorológiai állomások adatait sötét jelölővel kiemeltük, mivel ezek az értékek tekinthetők leginkább mérvadónak a csapadékmérő állomások adataiban többé-kevésbé megjelenő emberi tényezők hatása miatt.

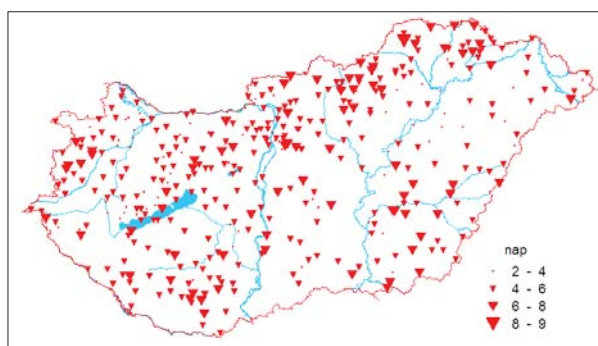
Júniusban az állomások többségén a szokásosnál lényegesen több zivataros eseményt figyeltünk meg, főként a Dunántúlon. A legtöbb zivatart Sopronhórpács állomásról jelentették, ott 15 napon volt zivataros időjárás, ami azt jelenti, hogy átlagosan minden második napon

tapasztaltak dörgéssel járó légköri jelenséget. A június a legzivatarosabb hónap hazánkban. A mérsékeltövi elhelyezkedésünkből és domborzati viszonyainkból adódóan a nyugati területeken és a hegyvidékek körzetében alakul ki a legtöbb zivatar, de Délkelet-Magyarországon is gyakoriak a zivataros napok, ahogy a harmincéves átlagok területi eloszlása mutatja. Ennek hátterében a Bihar-hegység miatt fellépő orografikus hatás keresendő.

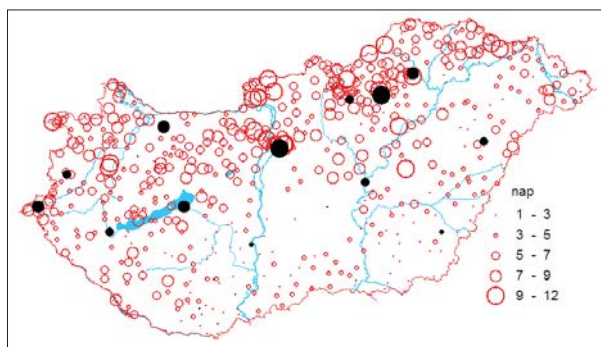
Július hónap is sokhelyütt zivatarosabb volt az átlagosnál, de elmarad a júniusban megfigyeltektől. A júniusban tapasztalt délkelet-magyarországi magas értékek nem jelennek meg a júliusi térképen, egy délnyugat-északkelti irányú képzeletbeli átló fölött egyöntetűen magas volt a zivatarszám, főleg a hegyvidékeken, de Budapest környékén is. Augusztusban általában a gyengülő besugárzás miatt csökken a konvektív



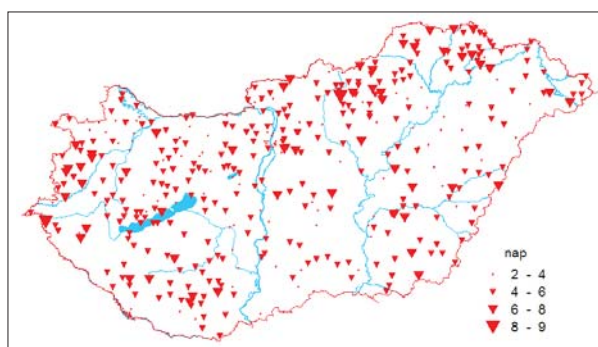
2. ábra A zivataros napok száma, 2008. június



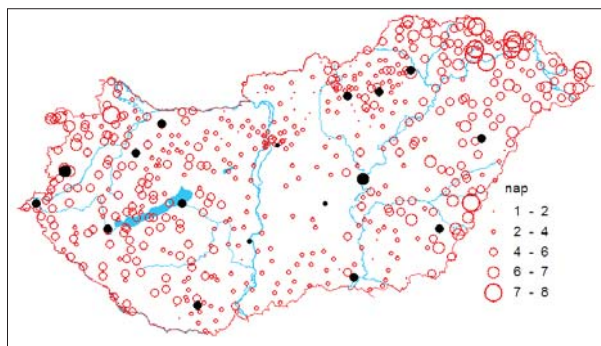
5. ábra A zivataros napok júniusi átlaga az 1971-2000 időszak alapján



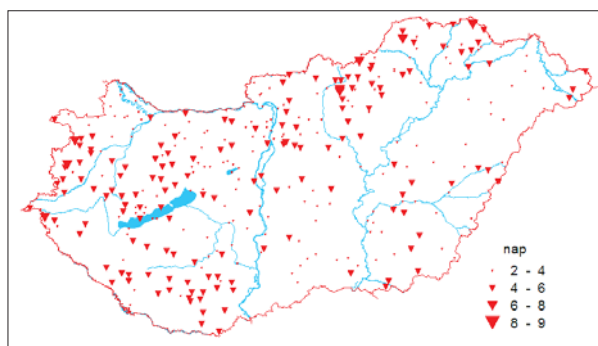
3. ábra A zivataros napok száma, 2008. július



6. ábra A zivataros napok júliusi átlaga az 1971-2000 időszak alapján



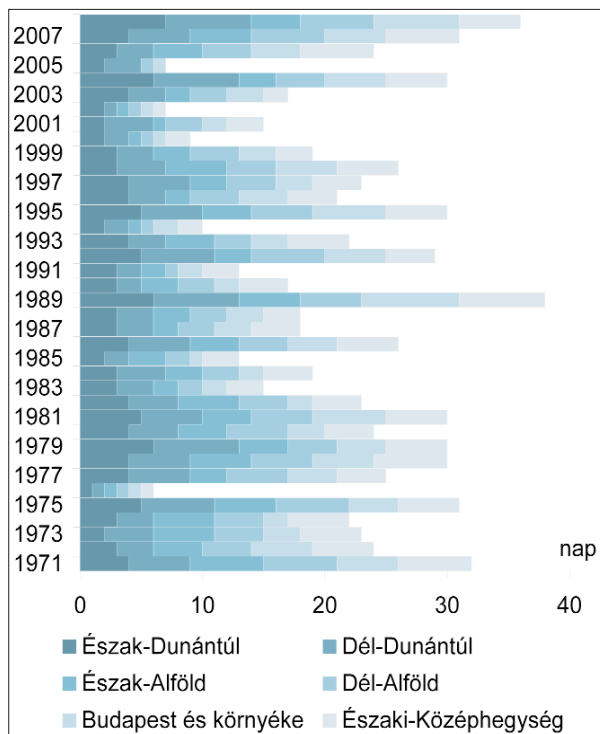
4. ábra A zivataros napok száma, 2008. augusztus



7. ábra A zivataros napok augusztusi átlaga az 1971-2000 időszak alapján

zivatarok száma, így volt ez az idén is, átlag körüli volt a zivatargyakoriság az ország túlnyomó területén.

2008 júniusában kiemelkedően magas zivatarszámot regisztráltunk, a második legzivatarosabb az idősorban 1989 után, ahogy ezt a 8. ábrán is láthatjuk. Visszatekintve, az elmúlt év, 2007 júniusa is az elsők között szerepel. Ezen az ábrán a területi átlagok az adott régióban működő állomási átlagokat jelentik, a régiók kijelölése az OMSZ veszélyjelző rendszerének régióit követik. A nyár folyamán néhány esetben a legmagasabb fokú, piros riasztásra is sor került.



8. ábra A zivataros napok átlagos száma régióként 1971-től

A 2008 nyarán bekövetkezett zivatarok tér és időbeli jellemzőinek vázlatos bemutatása után a zivataros napokon lehullott csapadékösszegek tárgyalására térünk rá.

A zivataros napok csapadéka

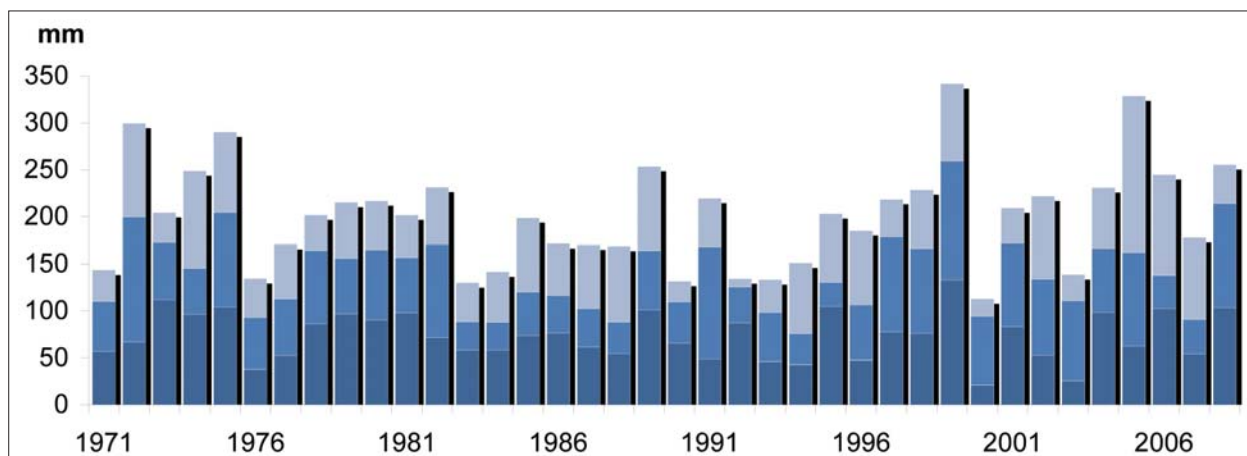
Az IPCC (International Panel on Climate Change) a klíma állapotáról szóló Negyedik Értékelő Jelentésében magas bizonyossággal megállapítja, hogy az intenzív csapadék aránya nőtt az éves összegben döntően a múlt század második felétől. A rövid idejű intenzív csapadék azonban kevésbé hasznosítható a növények számára, inkább a lefolyás mértékét növeli, tehát ez a változás károsan hat a növények fejlődésére. Az intenzív csapadékhullással járó események többnyire zivataros helyzethez köthetők, ezért megvizsgáltuk, hogy a zivataros napokon lehullott csapadékösszegek milyen arányt képviselnek a 2008-as nyári összegben.

Az idei júniusi csapadékösszeg 103,5 mm-nek adódott országos átlagban, ez az érték a június havi csapadékösszegek idősorában, 1971-től, az 5. helyet foglalja el. A július is csapadékos volt, az elmúlt 38 évet tekintve az idei júniusnál is előkelőbb helyre került a rangsorban, csak az 1991-es (119,6mm), az 1999-es (126,5mm) és az 1972-es (133,2mm) évek júliusi összegek magasabbak az idei 110,4 mm-nél országos átlagban. Az augusztus a mezőny utolsó harmadában helyezkedik el.

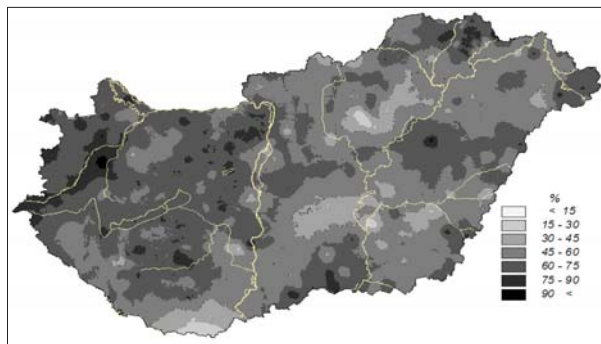
Az idei nyáron tehát összességében bőséges volt a csapadékellátottság, az ötödik a nyarak sorában 1971-től, ahogy ez a nyári hónapok halmozott csapadékösszeg diagramján is látszik.

Az évszakos összeg jelentős része zivataros napokon, intenzív zápor formájában hullott. Kiterjedt régiókban a 2008. nyári csapadéknak közel háromnegyede, de láthatunk olyan területeket is a 10. ábrán ahol több mint 90%-a zivatarok idején, illetve zivataros napokon, a zivatart követő frontális esemény során hullott.

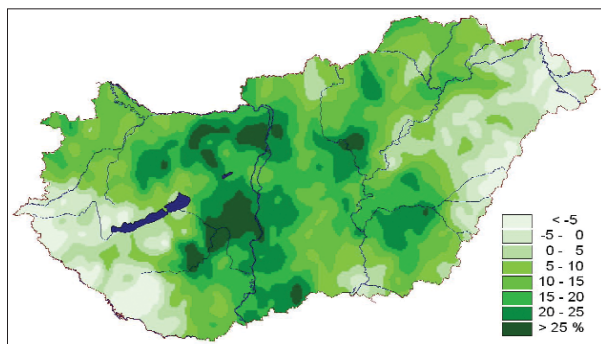
A 11. ábrán bemutatjuk, hogy az intenzív csapadékok aránya hogyan változik a legutóbbi felmelegedés kezdetétől, amit általában a hetvenes évek közepétől datálunk. Intenzív csapadéknak az 1961–1990 normálidőszak 95%-os percentiliséit meghaladó eseményeket tekintetük a CCL (Comission for Climatology of WMO) / CLIVAR (Research programme on CLimate VARIability



9. ábra A nyári országos csapadékatlagok 1971-től. A sötétől a világosig rendre a június, július és augusztus havi értékek halmozott összege.



10. ábra A zivataros napok csapadékösszegének %-os aránya az évszakos összegben 2008 nyarán



11. ábra Az intenzív (1961-1990 időszak 95%-os percentilisért meghaladó) csapadékok arányának %-os változása a nyári összegben az 1976-2007 időszakban

and predictability) által ajánlott, a klímaváltozás detektálása céljából definiált klímaindex alapján. Délnyugaton és északkeleten nem változott szignifikánsan, illetve csökkent ez az arány. Egyéb, éghajlatváltozással foglalkozó tanulmányok tapasztalata szerint a nyári őszszeg is csökkent ezekben az országrészekben. A közép-

ső területeken viszont szembetűnően, több mint 20 %-kal megnőtt ez az arány. Délkelet-Magyarországon kevesebb a nyári csapadék, ugyanakkor a rövid idejű, heves esőzésekéből származó csapadék aránya helyenként negyedével megnőtt, ugyanez elmondható a Dunántúli-középhegység vonulatáról is.

Összefoglalás

Ezzel a feldolgozással az volt a célunk, hogy bemutassuk, a klimatológiai adatbázis hosszú évekre visszatekintve rendkívül gazdag a csapadékhullásra, ezen belül a zivatar megfigyelésekre vonatkozó értékes információkban. A zivatargyakorisági táblázatok, térképek bemutatása során ugyanakkor utaltunk arra, hogy a zivatark megfigyelése sűrű hálózatot, nagy körületekintést igényel. A jövőre nézve megfontolandó, hogy a villámlokalizációs hálózat és a hagyományos csapadékmérő állomások méréseit, észleléseit milyen módon lehetne egymást kiegészítő információként felhasználni a zivatar megfigyelésekhez.

Lakatos Mónika, Bella Szabolcs, Bihari Zita

Felhasznált irodalom

- IPCC (2007): *Climate Change 2007: Summary for Policymakers*
- Klein Tank, A.M.G, Konnen G.P. (2003): Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99.: *J. Climate.*, 16: 3665-3680.
- Lakatos, M., Szentimrey, T., Birszki, B., Kövér, Zs., Bihari, Z., Szalai, S. (2007): Hőmérsékleti és csapadék szélsőségei vizsgálata homogénizált adatokon, Erdő és klíma V. kötet, szerk: Mátyas Csaba-Vig Péter, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 2007, pp. 45-56.
- Lakatos M., Bella Sz.(2008): Zivataros június <http://www.met.hu/pages/zivatar20080730.php>
- Szudár Béla (1992): Zivartartevékenység és néhány konvektív jelenség statisztikai-klimatológiai vizsgálata *Léggör* - 37. évf. 1992. 3. szám

Olvastuk

FÓKÁK SEGÍTENEK MEGFEJTENI AZ ÓCEÁN TITKAIT

Elefántfókák fejére szerelt adatgyűjtő berendezések segítségével a kutatók olyan információkhoz juthatnak a klímaváltozásról, amely más módon elérhetetlen.

A St. Andrews University tengeri emlősököt kutató részlegének műszeres csapata készítette a kisméretű adatgyűjtőket, amelyek az óceán fizikai paramétereit mérik a fókák úszása közben.

A kutatók általában műholdas felvételeket, úszó tutajokat, hajókat használnak adatgyűjtésre, de a Déli-óceán jégtakarója mindhárom módszer számára gyakorlatilag lehetetlenné teszi a megfigyelést.

„A Déli-óceán nagyon fontos pont a klímakutatásban, mert a benne lejátszódó folyamatok körforgása kulcsfontosságú a földi klíma megértésében és a hatalmas jégfelülete nagyon érzékeny a klímaváltozásra” – mondta Mike Fedak professzor az egyetem tengeri laboratóriumának munkatársa.

„A déli elefántfókák bebarangolják az egész Déli-óceánt és télen a jég alatt is mozognak, amikor a szokványos adatgyűjtők csődöt mondanak.”

A fókákra erősített szenzorok mérik a hőmérsékletet, nyomást és az óceán sótartalmát. A mérési eredményeket

műholdas kapcsolaton keresztül továbbítják, amikor a fóka feljön a felszínre. Ekkor a berendezés elküldi a fóka helyzetének koordinátáit is. Ezekből az információkból a kutatók felépítenek egy adatbázist az eddig elérhetetlen óceánrészekről – beleértve a téli jég borította területeket is – mialatt további érdekességeket tudhatnak meg a fókák életéről.

Az új adatbázis segítségével képesek követni a tengeri jég keletkezésének növekvő-csökkenő ciklusát, ami segíthet pontosítani a déli-óceáni körfolyamatok számítógépes modelljét. Az egyetlen még hiányzó, korlátozottan lefedett terület a csendes-óceáni rész, ahol nincsenek szigetek, így a fókák nem tudnak megtelepedni.

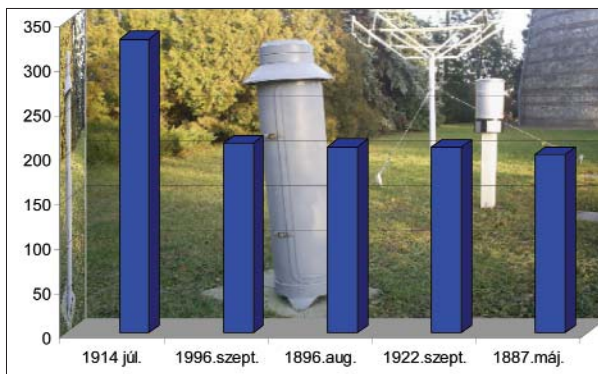
A projekt alatt már 100 fókát szereltek fel az óceánkutató szenzorokkal és az állatok rutinszerűen küldik a közel valósidejű információkat a sarki régióról.

Az adatokat automatikusan szétküldik a Meteorológiai Világszervezet telekommunikációs rendszerén keresztül a világ időjárás előrejelző központjainak, ahol beépítik őket az oceanográfiai modellekbe és hosszú távú klímaváltozási előrejelzéseket is készítenek.

Forrás: www.theengineer.co.uk
Közreadja: H. Bóna Márta

FELHŐSZAKADÁSOK JÚNIUSA

A 2008. júniusában lehullott nagy mennyiségű csapadék a 143 éves soproni meteorológiai adatsorban példa nélkül álló. Az 1865-től datálódó megfigyelések óta csupán 5 alkalommal érte el, vagy haladta meg a havi csapadék a 200 mm-t (1. ábra), ebből egyszer a 300 mm-t. Legutóbb 1996 szeptemberében rögzítettek az Országos Meteorológiai Szolgálat kurucdombi állomásán 200 mm feletti havi csapadékot az árvizektől emlékezetes szeptember hónapban.



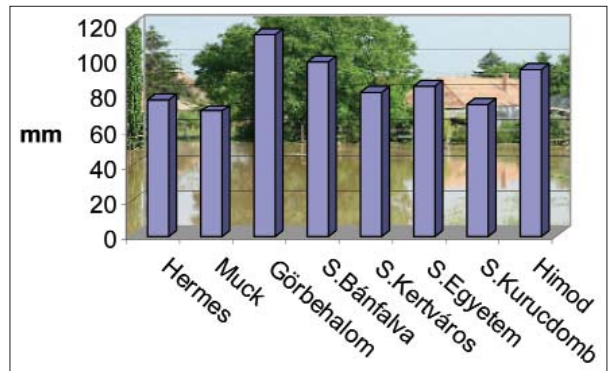
1. ábra 200 mm feletti csapadékösszegek Sopronban (1865–2007)

A városban legutóbb tavaly szeptemberben közelítette meg a csapadék a 200 mm-t, akkor a Kurucdombon 180.3 mm-t mértünk, de a hegyekben (Muck 210.9 mm, Görbehalom 204.1 mm, Hermes 200.6 mm) és a Rábaközben (Himod 213.7 mm) 200 mm-t meghaladó összegeket jegyeztek fel. A különbség azonban az volt, hogy akkor nem néhány óra alatt zúdult le hatalmas eső, mint idén júniusban, hanem napok alatt, így az könnyebben tudott hasznosulni, beszivárogni a talajba.

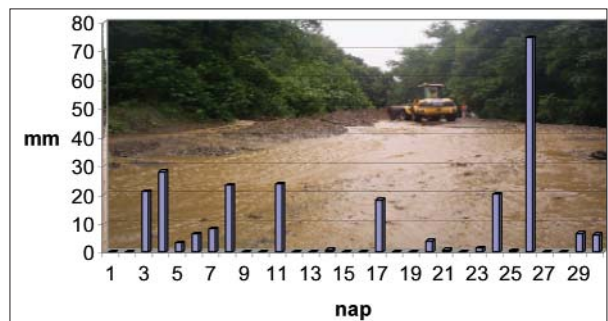
Június sokévi átlagban is a legcsapadékosabb hónapunk. A legutolsó 30 évben az átlagos esőmennyiség 83.9 mm volt a csökkenő csapadéktendencia ellenére is. A népi megfigyelésekben is ismert a Medárd-időszak, amely szerint, ha Medárd napján esik, akkor 40 napig esni fog, sőt a bukovinai székelyek hiedelmei szerint a bibliai özönvíz is Szent Medárd napján kezdődött. Mind-ezen hiedelmek, babonák mögött rejlő valós természeti megfigyelés az ún. nyári monszunhoz hasonló jelenség, amely az európai kontinensen is megfigyelhető. Rendszerint a korán, májusban bekövetkező kánikulai meleget követő hűvösebb, csapadékos periódus. A kontinens belső területei erősen felmelegsznek a magas napállás miatt, a meleg levegő felemelkedik, az így kialakuló alacsony légnyomás miatt pedig nyugat-kelet irányú áramlás alakul ki, amely az Atlanti óceán felől páradús légtömegeket szállít a kontinens belseje felé.

Június 30 napjából 17 napon esett mérhető mennyiségű csapadék Sopronban, ebből kiemelkedő volt a két komoly károkat okozó felhőszakadás 11-én és 26-án.

Ezekben a napokban egy hónapnak megfelelő mennyiségű csapadékot rögzítettünk a város környéki csapadékmérő állomásokon, szeszélyes területi eloszlásban (2. ábra, 3. ábra).



2. ábra Napi csapadékösszegek 2008. 06.26-án Nyugatról-Keletre (Hermes-Himod)



3. ábra Napi csapadékösszegek kurucdombi állomáson (kézi adatok)

Június 8-án Pétervári Tibor az OMSZ Szombathelyi Főállomásának vezetője e-mailben 139.8 mm csapadékról számolt be, amely a jún. 3-tól 7-ig tartó időszakban hullt le. Kiadós csapadékos időszak után voltunk már Sopronban is, hiszen jún. 7-ig 66.9 mm csapadékot mértünk a kurucdombi állomáson, azt azonban nem gondoltuk, hogy a szombathelyi felhőszakadást is túlszárnyaló özönvíz zúdul majd a városra!

Június 11-én a reggeli főterminuskor a Kurucdombon mindössze 3 okta Cirrus spissatus* felhőzet volt, majd 9 óra tájban a nyugati horizonton feltűntek az első Cumulus congestusok, amelyek fokozatosan fejlődtek, egyre jobban összeálltak. Mindebben közrejátszott az Alpok felhőzetképző szerepe. Délben baljóslatú alappal rendelkező Cumulonimbus capillatus tornyosult, majd helyi időben 12:10-től már dörgött az ég, a zivatarlánc pedig egyre gyorsabban nyomult előre. Nem sokkal az első dörgések után hatalmas cseppekben eleredt a záporosó, megdördült az ég. 12:31-től az egész város területére kiterjedő jégeső kezdődött, amely heves esővel együtt hullott, ezért komolyabb károkat nem okozott. A legnagyobb átmérőjű jégszem a főállomás környékén

1–2 cm volt, de a város nyugati részén is csak 2–3 cm-t ért el. A jégeső időtartama azonban meglepő volt: változó intenzitással egészen 13:04-ig tartott. A jég a város nyugati, hegyvidékhez csatlakozó részén a talajon is megmaradt rövid ideig. A zivatar 14:30-kor szűnt meg.

A 13:40-es főterminuskor a Kurucdombon 16.2 fokra hűlt a levegő, míg a zivatar előtt 26.6 fokot regisztráltunk. A főterminusi csapadék a Kurucdombon mindössze 22.2 mm volt. A városra a hegyekből lezúduló hirtelen völgyi áradás azonban nagyobb csapadékról tanúszkodott!

Miután felhívtuk a társadalmi észlelőket, hogy mérjék le a csapadékot, meglepő adatok érkeztek tőlük: Sopron Bánfalván a hegyek lábánál 92.6 mm-t, kicsit keletebbre a Kertvárosban 64.1 mm-t, az Egyetemen 50.8 mm-t mértek, a hegyekben Görbehalmon 52.0 mm-t, a Muck kilátónál 58.0 mm-t, míg a legnyugatibb mérőállomáson, Hermesén csak 40.7 mm-t. A pogányvári radar képein is jól látszott, amint a hegység északkeleti lejtőjén 20–30 percig megrekedt a legnagyobb intenzitást adó csapadékrendszer. Ennek következtében a Rák-patak megáradt, medréből kilépve Sopronbánfalva központját elöntötte, pincékbe tört be a víz. A hegységbe vezető főútra 1–1.5 méter magas törmeléket, sarat, kőtömböket hordott ki, így a hegyvidéki falvak Brennbergbánya, Görbehalom és Hermes órákon át megközelíthetetlené váltak. A hegyvidék északkeleti lábáról lefutó víz egészen a Frankenburg úti aluljáróig jutott, ahol egy személyautó a hirtelen lezúduló vízből már nem tudott kijutni. A lövéri és bánfalvi utcák patakka változtak, a közlekedés leállt.

A rendteremtés órákon át eltartott, a hegyvidéken egyes patakok hidakat mostak el, sőt a Tolvaj-árokba kifutó patak új medret talált magának a felhőszakadás után. Komoly figyelmeztetés volt ez, hogy a hirtelen lezúduló csapadék nagy károkat okozhat a hegységre egyre jobban felkúszó városban. Ekkor még nem tudtuk, hogy hasonló eseményre nem száz évet, hanem csak 15 napot kell várni. A vihar nagyobb kifutószelet nem hozott, szél okozta károk nem voltak. A kurucdombi QLC is csak 16.2 m/s-os maximális lökést mért. A zivatar Soprontól keletre 40 km-rel halvány árnyéka lett önmagának, Himod környékén már csak dörgést észleltek, ott csapadék már nem volt.

A 11-i felhőszakadás után tehát még 15 napot kellett várni a következő heves zivatarra, de az addig eltelt napokban sem volt eseménytelen az időjárás: 17-én az esti zivatarból 18.1 mm-t, majd 24-én délután 20.2 mm-t mértünk a Kurucdombon. A 15 napból mindössze 6 napon nem volt csapadék, és csak 5 napon rögzítettünk 10 órát meghaladó napfénytartamot. A felhőzet napi középértéke egyedül 22-én volt 2 okta alatt, de így is csak 11.6 órát sütött a nap. Fülledt, nedves idő volt, az Alpok minden nap kitermelt kisebb-nagyobb zivatarfelhőket, hajnalban csaknem minden nap erős harmatképződés következett be. Kiadós zivatar volt 24-én, azt

hittük ekkor átvonul a hidegfront, ám az visszafelé hullámot vetett és úgy tűnt, hogy másnap ér el minket ismét egy erős zivatarlánc.

Meglepő módon 25-én a hajnali órákban a hegyek lábánál sűrű köd képződött, de nagyobb területre ez a Rábaközben és a Bakonyalján terjedt ki, a péri főállomáson órákon át 300–400 méteres látástávolságot észleltek, és csak lassan oszlott fel a köd. Ősziesség jellege volt az időjárásnak. Délután ismét zivatar pattant ki, de még ekkor sem vonult át a hidegfront, ez csak másnap következett be, nem is akárhogy!

A 12 UTC-s (13:40) főterminuskor a Kurucdombon 27.7 fokos hőmérsékletet regisztráltunk, az égből nem volt fenyegető: a legalacsonyabb felhő alapja is csak 1500 méteren volt, és csak 1 okta Cb calvus került a synop naplóba. Mindemellett jelen volt egy egész komolyan látszó Cirrostratus réteg, ami úgy látszott, hogy meggátolja a zivatar- és gomolyfelhők további fejlődését. Egyedül a látástávolság utalt az időromlására: míg éjjel még 60 km-t, reggel 45 km-t, 13:40-kor már csak 18 km-t észleltünk.

Délután aztán a Cirrostratus eltűnt, az égből pedig a rohamosan fejlődő zivatarfelhők uralták. Helyi időben 16.11-kor záporosó, majd 16:30-kor zivatar kezdődött, a zivatar W irányból vonult fel és E irányba távolodott el. A zivatar 18.55-ig tartott. A Kurucdombon 18 UTC-kor (19:40) 24.9 mm-t mértünk, de a görbehalmi észlelő, Bratl Antal jelezte telefonon, hogy náluk 20 perces jégverés és 35 mm-t meghaladó csapadék volt.

Ezután futottak be a hírek, hogy Soprontól délkeletre Lövön, Sopronkövesden és Szakonyban hatalmas jégverés volt, kisebb tojás nagyságú jéggel, nagy károkkal (4. ábra).

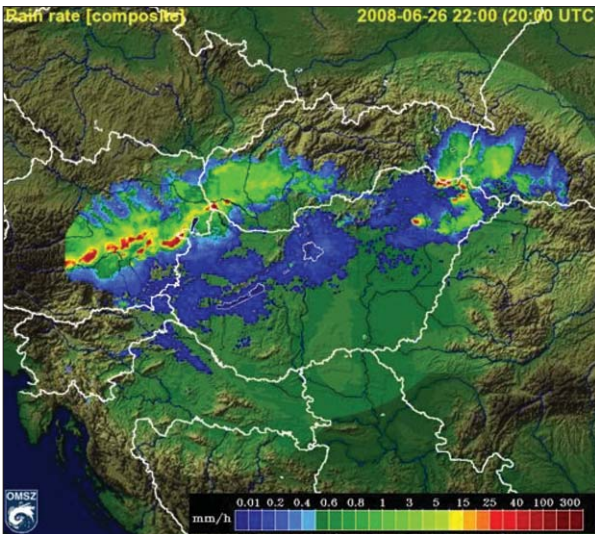


4. ábra Jégszemek a lövői viharból

Az említett 18 UTC-s főterminusi észleléskor látszott, hogy ezzel még nincs vége. A hőmérséklet csak 20.6 fok volt, ám a leolvasott nedves hőmérséklet alapján 98%-os légnedvesség fojtó, trópusi érzetet keltett, a levegő nem mozdult. A látás nyugati irányban rohamosan csökkent, a főterminuskor 12 km volt, majd kb. 30–40 perccel később a napszalag lecseréléskor már csak 8 km. Köz-

ben minden irányból morgott az ég, tőlünk nyugatra egy hatalmas Cumulonimbus növekvő tetejét világította meg a lenyugvó nap. A 18 UTC-s égből 6 okta összfelhőzetet takart, ebből 1 okta St7 volt 400 méteren, 1 Cb calvus 800 méteren illetve 3 okta Cb capillatus 1000 méteres alappal. Középszinten keletre 1 okta Alto cumulus cugen és a Cb üllőjéből leszakadt 2 oktányi Cirrus volt.

Az észlelés alatt gyenge zivatar és szivárvány is megfigyelhető volt. Az újabb események 21 óra után kezdődtek, akkor már a radaron is jól látszott (5. ábra), hogy nem ússzuk meg az újabb csapást. 21:12-től egyre fokozódott a dörgés, villogás, majd 21:46-tól a záporosó is eleredt, felhőszakadásszerű intenzitással. A nagy csapadékhoz már szinte hozzászoktunk, de a zivatar elektromos aktivitása mindenkit meglepett. Hatalmas lecsapók villámok voltak (6. ábra), a dörgésbe beleremegtek az épületek, és nappali világosság volt egy-egy villámcsapás idején a városban.



5. ábra Radarkép 2008. június 26-án 22 órakor



6. ábra Lecsapó villámok az esti viharból

Akadozott az áramszolgáltatás, a TV, sőt és egy idő után az internet és a mobil térerő is „elveszett”, a zivatarban. Félelmetes érzés volt, ahogy a hömpölygő víz ismét megindult a hegyoldalakon, le a város irányába.

11 óra körül autóba ültem és bejártam a várost: Sopronbánfalván homokzsákokkal védekeztek, a házakból lapáttal terelték ki a vizet, a Lőver körút folyóvá változott, sár és kőtörmelék hömpölygött rajta, majd egy helyen a csatornafedelet kimosva beszakadt az út, és mintegy 2 x 3 méter nagyságú, 2–3 méter mély kráter keletkezett. A Rák- és Ikva patak ismét kilépett a medréből. Az utakon a késő esti forgalom miatt különösebb gond nem volt. Legnagyobb károk a domb- és hegyoldalakra épült városrészeket érték, ahol a lezúduló víz és sár betört a házakba és pincékbe.

A tűzoltókat mintegy 100 helyre riasztották Sopronban. A városba érkeztek a kapuvári, csornai, győri és szombathelyi tűzoltók is, sőt 8 környékbeli önkéntes tűzoltó egyesület is a hivatásos állomány segítségére sietett. A vihar, miután kitombolta magát Sopronban, tovább vonult keletre.

Az itt nem közölt radarképeken az is jól látszódott, amint a magas reflektivitású zivatarcella eléri Sopront, majd egy hosszabb ideig tartó megtorpanás után vonul tovább felerősödve a Sopronkövesd-Röjtökmuzsaj-Himod-Cirák útvonalon kelet-délkeleti irányba.

Az éjjeli főterminuskor, 00 UTC-kor (01:40) a Kurucdombon 48.5 mm csapadékot mértem, 18.2 fok volt és a nedves hőmérő is szintén ennyit mutatott. Ekkor már csak záporosó esett, és az összfelhőzet is csak 5 okta volt, a legalacsonyabb felhő alapiját 200 méteren figyeltem meg. A zivatar helyi időben 00.48-kor szűnt meg. Reggel Móricz Norbert észlelő érkezett az állomásra, aki még további 1.0 mm-t mért le, így a napi összeg a főállomáson 74.4 mm volt. 27-én délelőtt aztán telefonáltam a környéken működő társadalmi állomások észlelőinek. A legtöbb napi csapadékot Görbehalmon mérték 113.8 mm-t, a két hegyi állomás Muck és Hermes csak 70 mm körüli összegeket jelentett, az érdekesség azonban a tőlünk keletre kb. 40 km-re lévő Himod volt: itt 94.1 mm-ről számoltak be, ami szintén kiemelkedő összeg.

Az éjjeli zivatar hosszabb soproni tartózkodás után, Himod környékét csak éjjel 11 óra előtt kevéssel érte el, a Sopronkövesd-Csapod-Cirák útvonalon. Himodon erős kifutószelet és 12 perces jégverést észleltek, a jégmérés maximális átmérője 2 cm volt, nagyobb károkat nem okozott. Itt elsősorban a szél pusztított: fák törtek ketté, néhány kidőlt, a szél cserepeket sodort le, kéményeket döntött le. A lefolyástalan földeken megállt a víz, mely az aratás előtt komoly gondot okozott.

A nagy csapadék margójára még 27-én délután is „ért”, az időjárás: sötét zivatar felhő riogatott minket, de ez már mérhető csapadékot Sopronban nem adott. A hónap utolsó napján reggel zivatar volt, amely elsősorban Pereszteg környékén okozott károkat.

Júniust a Kurucdombon 234.1 mm csapadékkal zártuk, ezzel új helyi júniusi havi rekord született. Eddig az 1886-os 199 mm-t nem sikerült túlszárnyalni. A többi OMSZ társadalmi csapadékmérő állomáson is hasonló

összegeket mértek: Kertvárosban 298.8 mm-t, Görbehalomban 299.7 mm-t, Muckon 270.8 mm-t, Himodon 204.7 mm-t. A nem hivatalos, ám a meteorológiai szolgálat észlelési rendjének megfelelően és Hellmann-csapadékmérővel működő további 5 állomás közül, Sopronbánfalván 342.5 mm-t regisztráltak.

Reméljük ez a havi rekord újabb 122 évig fennmarad, ahogy bízunk abban is, hogy a társadalmi és professzionális észlelőhálózatnak legalább akkora jövője van mint az automatáknak!

Köszönetünket fejezzük ki a gyors és pontos tájékoztatásérti Bratl Antal görbehalmi, Juhász Miklós mucki, Szokoly Bianka hermesi, Garab Emília himodi, Nagy Márton sopronbánfalvi, Balogh Ilona kertvárosi, Páll Réka egyetemi észlelőknek

Kiss Márton és Roszik Róbert

Az OMSZ adatbázisában a görbehalmi állomás Sopron-Brennbergbánya néven szerepel, minthogy Görbehalom közgazgatásilag Brennbergbányához tartozik. (Szerk. megj.)

Olvastuk

A világ legmagasabban működő automata meteorológiai állomása

2008. május 15-én az olasz Ev-K2-CNR Bizottság felállította a világ legmagasabb felszíni meteorológiai állomását a Csomolungma déli hátságán 8000 méter (26 247 láb) magasan. Az állomás az olasz LSI-Lastem cég gyártmánya, s a már a felállítás napján megkezdte az adatok továbbítását. A Pietro Verza vezette 3 olaszból és 3 nepáli serpából álló csoport külön oxigénpalack használatával 3 óra alatt hozta működőképessé állapotba az állomást. Egy heti folyamatos működés után bocsátott ki sajtótájékoztatót az olasz kutatóintézet, amelyet villanypostával is széles körben terjesztett. Az állomás folyamatosan szolgáltat léghőmérséklet, relatív nedvesség, légnyomás, globál sugárzás, UV-A sugárzás, szélirány és szélesebbé adatokat. Az adatokat 10 percenként rögzítik, és óránként továbbítják a Pyramid Observatórium laboratóriumában lévő szerverre, amely "csak" 5050 méter magasan található közel Lobuche-hez (Khumbu völgy), Nepálban. Az elsődleges adatok alapján a légnyomás 380 hPa, a minimum hőmérséklet -22°C , míg a maximális szélsebesség 118 kmh^{-1} . Az állomás része a Khumbu völgyben kialakított SHARE (Stations at High Altitude for Research on the Environment) hálózatnak, amely mellett még egy UNEP és egy WMO GAW állomás is működik. Az

állomás felállításával a konstruktőröknek szembe kellett nézni az extrém körülmények, tartósan alacsony hőmérséklet ($<-40^{\circ}\text{C}$) és nyomás ($<300\text{ hPa}$) melletti működéssel. Hogy kísérletük mennyire vált be, arra majd csak egy-két év múlva lehet válaszolni. Kihívást jelent az adatok továbbítása valamint a tömeg lehetőségek szerinti minimalizálása a szállítás és felszerelés extrém körülményei miatt. További részletek és csodálatos fényképfelvételek megtalálhatók a www.share-everest.org és a www.evk2cnr.org honlapon

Közreadja: Dunkel Zoltán



KISLEXIKON

Folytatás a 13. oldalról

Ci spissatus, Cu congestus, Cb calvus, Cb capillatus, Cs, Ac cugen

Kiss M. és Roszik R.: Felhőszakadások júniusa

A zivatarfelhő fejlődésének egyes szakaszait jelző, ill. előjelző felhőfajták: Cirrus spissatus: sűrű hajfonatra emlékeztető jégtűfelhő a zivatarfelhő tetejéből kinyúlva; Cumulus congestus: erősen feljett gomolyfelhő, tornyok, csúcsok, éles kontúrok jellemzik, a tornyok árnyékot vetnek a felhő más részére; Cumulonimbus calvus: csupasz, üllő nélküli zivatarfelhő; Cumulonimbus capillatus: üllős zivatarfelhő; Cirrostratus: réteges jégtűfelhő, fátyolfelhő; Alto cumulus cumulonimbus: zivatarfelhő maradványai középmagas gomolyfelhő formájában.

Összeállította: Gyuró György

Helyesbítés

Dunkel Zoltán és Dobi Ildikó a „Beszámoló a Meteorológiai Világszervezet XV. Kongresszusáról” (Légkör 2008. évf. 2. sz.) című írásában a következő téves kitétel jelent meg: „Sajnálattal kell megállapítani, hogy az egyre drágább Vaisala rádiószondát legfeljebb kínai szondával lehetne kiváltani.” Ez az állítás nem felel meg a valóságnak, mivel a Vaisala szondák ára 2006-ban 43 600 Ft + ÁFA, míg 2008-ban 35 300 Ft + ÁFA volt, ami nem emelkedést, hanem csökkenést mutat. A szerzők ezzel a kijelentésükkel rossz fényben tüntették fel a céget. A jelen helyesbítéssel a tényleges adatok közlése mellett ezúton helyesbítik állításukat és a Vaisala cégtől elnézést kérnek.

Lakható marad-e a Föld?

Marx György, a nemrég elhunyt Kossuth-díjas fizikus borúlátóbban fogalmazta meg a kérdést: "Lakható-e a Föld?". Sajnos, tőle nem tudjuk már megkérdezni, miért így tette fel a kérdést. A válasz ugyanis kézzel foghatónak látszik: jelenleg kb. 6 és fél milliárd ember él a Földön, az élő fajok száma megközelítőleg 2 millió, beleértve az állatokat, növényeket és a parányi mikroszkopikus lényeket. Izgalmasabb arra a kérdésre keresni a választ: *Miért lakható a Föld?*

Megfelelő hőmérséklet

A Földön ismert élőlények számára a víz a legfontosabb szállító közeg, amely az élő sejtekhez szállítja a táplálékot és elszállítja a melléktermékeket. Folyékony víz nélkül tehát nincs élet. Legalábbis olyan, amelyet a Földön ismerünk. A megfelelő élet-körülményeket célszerű a folyékony víz jelenléte felől megközelítenünk.

Napunk a bolygórendszer központi csillaga, amely hőmérsékleti sugárzást bocsát ki és ezzel melegíti a bolygók felszínét. A csillagászok és fizikusok számításai szerint ez a hőhatás csak egy meghatározott távolsági tartományon belül tartózkodó bolygón képes 0 és +100 C fok közötti hőmérsékletet létrehozni, ha a bolygónak légköre van (*Bérczi and Lukács, 1995*). Mai ismereteink szerint az élet keletkezéséhez és fennmaradásához folyékony vízre van szükség és ezen hőmérsékleti határok között a kérdéses bolygón lehetséges folyékony víz*. Az így meghatározott távolsági tartományt „élet-szférának” is nevezik.

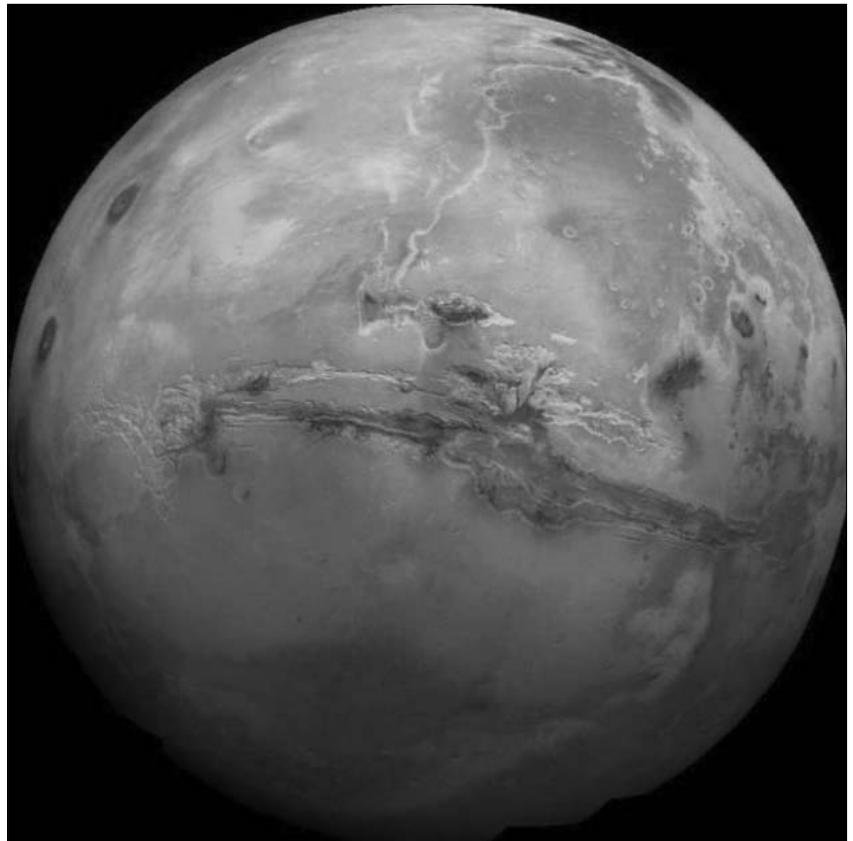
Napunk felszíni hőmérséklete 6000 K, az „élet-szféra” a Naptól a 100 és a 200 millió kilométer távolságú tartományban húzódik. Az „élet-szférán” belül található Föld-bolygón tehát lehetséges 0 és +100 C fok közötti felszíni hőmérséklet.

A Vénusz 108 millió km-re van a Naptól, de a légköre 90-szer sűrűbb, mint a földi légkör, és csaknem tisztán szén-dioxidból áll. Főleg ennek az üvegház-gáznak köszönhető, hogy a Vénusz felszínén 500 C fok körüli hőmérséklet uralkodik, amelyen már a vízgőz semmilyen nyomáson nem cseppfolyósítható, tehát folyékony víz nem lehetséges.

A Mars átlagosan 228 millió km távolságban kering a Nap körül. Bár az „élet-szféra” külső határához közel található, a Mars légkörének sűrűsége a földi légkör sűrűségének alig 6 ezreléke, ezért alig képes a napsugárzás hőjét az üvegházhatás segítségével „fogva tartani”. Felszíni hőmérséklete általában mélyen a fagypont alatt van, s csak ritkán emelkedik, az egyenlítő vidékén, fagypont fölé. Felszínén azonban kanyargó folyómedreket találunk,

amelyekről valószínű, hogy a Mars korai korszakaiban, egy enyhébb éghajlaton, víz által megformált valódi folyómedrek (*1. ábra*). A NASA két Viking űrszondát küldött a Marsra 1975-ben azzal a céllal, hogy kiderítsék, van-e életnek nyoma a bolygón vagy nincs. Bár életre utaló nyomokat az akkori műszerekkel nem találtak, a kérdés még mindig nyitott. 2008. május 25-én szállt le a Phoenix űrszonda, hogy közelebb vigyen e kérdés megválaszolásához.

A Föld 150 millió km-re kering a Naptól, felszíni hőmérséklete a bolygó felszínének 90–95 százalékán 0 fok fölött, de +100 C fok alatt van, az élet első feltétele tehát biztosított: lehetséges folyékony víz a felszínén, és található is víz bőségesen, főleg a tengerekben. A Hold a Földéhez hasonló távolságban van a Naptól, de légköre gyakorlatilag nincs és felszíni



1. ábra. A Viking űrszonda által készített mozaik-kép a Marsról. Jól láthatók a Mars felszínén a kanyargó „folyómedrek”. (Forrás: W. Brian, 2004.)

* A víz fagypontja és forrasi hőmérséklete függ a nyomástól is, de ennek tárgyalása túllépné az itt kitűzött cél kereteit. (A szerzők)

hőmérséklete nappal +120, éjszaka -170 C fok körül alakul. Felszínén ezért víz nincs, legfeljebb kristályos kőzetekben lehet megkötve a pólusok vidékén (ezt kutatja 2008 őszén az LRO és LCROSS amerikai holdszonda páros).

A sugárzás spektruma és néhány további kérdés

A Nap úgynevezett sárga csillag, mivel kisugárzásának maximuma a látható fénytartományban, azon belül a sárga szín közelében van. Ezért is van az, hogy az állatok szeme és az emberi szem is a sárga fényt érzékeli a legjobban. Emiatt van egyre több helyen sárga fényű utcai világítás a városokban, s használunk sárga fényű ködlámpát.

Az Orion csillagképben található Rigel és a Szűz csillagképben található Spica kékes fehér csillag, mert forró felszínük 11 000 K hőmérsékletű, a csillagfény kisugárzási maximuma a kék felé tolódik, (sőt már az ultrabolya tartományban van). Képzeljük el, hogy Napunk ilyen kék csillag: akkor az „élet-szféra” négyszer távolabb lenne attól a Naptól, és Földünk tőle 700 millió km-re, a mai Jupiterhez hasonló távolságban kapna csak megfelelő hőszugárzást. Bár egy ilyen csillag sugárzása ott lehetővé tenné a 0 C fok feletti hőmérsékletet, a Nap már csak egy feltűnően fényes csillagnak látszana a Föld távolságából. S mégis, ebben a helyzetben az UV sugárzás olyan erős lenne a kék csillagtól, hogy elképzelni is nehéz, milyen vastag vízréteg, vagy milyen mennyiségű oxigén és ózon tudná megvédeni az élőlényeket tőle.

Egy másik „csillagvégtel” a vörös óriás esete, amelynek felszíni hőmérséklete 3000 K körüli: ilyen csillag az ugyancsak az Orion csillagképben látható Betelgeuse (ejtsd: betelgeuze) és az Ökörhajcsár csillagképben található Arcturus. Kisugárzó felszíni hőmérsékletük 3200 K. Felszíni hőmérsékletük alapján egységnyi felületükről kb.16-szor kevesebb energiát sugároznak ki, mint a mi Napunk, de méretük sok-

szorosra a Napénak, átmérőjük igen változó, lehet 20-szor, de lehet 1000-szer is nagyobb, mint a mi Napunké s ezzel együtt tömegük is sokszorosra lehet a Napunkénak. Ezért az első kérdés az: gravitációs erejük lehetővé teszi-e, hogy bolygó keringjen az „élet-szférájukban”, vagy magukba „szippantják” az ott tartózkodó bolygót?

Tovább sorolhatjuk a kérdéseket arról, hogy van-e bolygója, vagy bolygórendszere más, Napunkhoz hasonló csillagnak, ha van bolygója, akkor az az „élet-szférán” belül található-e, az föld-típusú bolygó-e, s ha igen, akkor van-e szabad víz a felszínén? Tömege (tehát a gravitációs ereje) elegendő-e a légkör, s abban a vízgőz megtartására? Talán kivételes szerencse, hogy Napunk nem kék csillag, de elegendő fényt ad bolygónknak, és éppen a látásunknak legkedvezőbb sárga színben, továbbá, hogy a Föld éppen az „élet-szféra” belsejében tartózkodik, és megfelelő sűrűségű légköre van.

A légköri oxigén aránya

Laboratóriumi kísérleteket végeztek különböző nedvességtartalmú növényi részekkel és különböző oxigéntartalmú levegővel. Kiderült, hogy 25 % fölötti oxigén arány esetén egy szikrától vagy magas hőmérsékleten még a nedves növény is meggyulladhat, 15 % alatti oxigén arány esetén még a legszárazabb növény (pl. száraz szalma) is nehezen gyullad meg. A túl magas oxigén arány esetén minden éghető anyag előbb-utóbb tüzet foghat és elég. Tragikus példa erre az Apollo űrhajóval végzett egyik előzetes földi kísérlet az 1960-as években. Három űrhajós tartózkodott az Apollo űrhajó kabinjában, amely tiszta oxigénnel volt töltve. Az amerikaiak eleinte tiszta oxigénnel töltötték meg az űrkabinokat. Az űrhajósok segélyhívására „tűz van!” sietve kinyitották a kabin ajtaját, ehhez 90 másodpercre volt szükség, de ekkorra az űrkabin lángokban állott, a három kísérletező űrhajós bennégett. Ettől kezdve az amerikaiak

kizárólag közönséges levegővel töltötték űrkabinjaikat.

A légkörben az oxigén térfogataránya 21 %. Miért ennyi? Ismeretes, hogy a fotoszintézis egyik terméke a szabad oxigén, tehát amíg van fotoszintézist végző élővilág, víz, széndioxid és napfény, addig szabad oxigén is lesz a légkörben. De miért nem növekszik ez az arány mondjuk 25 % fölé? Az élővilág "termeli" a Földön a metánt is. Az oxigén és a metán a napsugárzás hatására kémiai reakcióba lép egymással, és vízgőzzé meg szén-dioxiddá alakul:



A közismert Gaia-hipotézis szerint az élővilág teremti meg a saját magának legmegfelelőbb légkört. Élővilág nélkül mindenesetre nem lehetne együtt a légkörben – napsugárzás jelenlétében – oxigén és metán. Az utóbbi föltehetőleg szabályozza az oxigén mennyiségét is (Lovelock, 1987).

Több új szempontot is figyelembe véve tárgyalja az élet fennmaradásának kérdését Mészáros Ernő akadémikus, megemlítve többek között, hogy az évszakok szabályos ismétlődését az aránylag nagy tömegű Hold gravitációs erejének köszönhetjük (Mészáros, 2004.)

A magasabb rendű élővilág

A megfelelő hőmérséklet és a megfelelő spektrumú sugárzás – a fenti megfontolások alapján – szükséges feltétele az életnek egy bolygón. De a lehetőség és a megvalósulás között talán 4 milliárd év telt el. A lehetőség és a megvalósulás között hasonlóan nagy a különbség, mint egy kitöltött lottószelvény és az öt találat között. Talán éppen ezért igen nehéz megtalálni az élettelen és élő anyag közötti fokozatokat, az átmenetet az előbbiből az utóbbi felé, vagyis élettelen anyagból élőt összerakni (Szent-Györgyi, 1975; Lovelock and Margulis, 1973).

A napjainkban általánosan elfogadott álláspont szerint az ószoceán-

ban fokozatosan, de spontán alakultak ki olyan szerves anyagok, amelyek építőkövei lettek egyszerű élőlényeknek, ősbaktériumoknak, prokariótáknak, majd ezek összetettebb egysejtűeknek, az eukariótáknak. Az ősbaktériumok általában anaerob lények voltak és hasonlóak lehettek a ma a vulkáni füstölgők közelében megfigyelhető egysejtűekhez (Kroll, 1991). Később már, az összetettebb egysejtűek fotoszintézis révén szabad oxigént „termeltek” a tengerekben, ahol az oxigént a tengervíz oldott állapotban tárolta. Amikor az oldott oxigén elérte a telítettséget, a fölösleg kiszabadult, és bekerült a légkörbe. A földi légkör ugyanis korábban oxigént nem tartalmazott. Évmilliók során a légkörben annyi oxigén halmozódott fel, amennyi már lehetővé tette azt, hogy a soksejtű élővilág fokozatosan meghódítsa a szárazföldeket. A legősibb soksejtűek nyomait Ausztráliában találták az Ediacara faunában, amely becslések szerint 540–570 millió éves.

A földtörténet utolsó 570 millió éve során az élővilág hierarchia-létrája benépesült. Egyre magasabb szervezetszintű ökoszisztémák alakultak ki, amelyek nélkül nem lehetséges az a magasabb rendű élet, amely ma átfogja a Földet. A szabad oxigén megjelenése és felhalmozódása a légkörben a földtörténet eddigi legnagyobb „légszennyezése” volt, hiszen a korábbi anaerob élővilág számára az oxigén halálos mérgező. Az anaerob élővilág ma is mocsarak mélyén és más, oxigéntől „védett” helyeken található meg. De az oxigén nemcsak visszaszorította az őt létrehozó anaerob világot, az oxigén és ennek 3 atomos változata, az ózon elnyeli az életre igen káros UV sugárzás túlnyomó részét, ezért vált lehetővé a felszínen is az élet elterjedése. Az oxigénmentes légkör idejéről, a két időszak közötti átmenetről föltételezik, hogy az anaerob és aerob lények szimbiózisban éltek, majd az oxigén megjelenésével és gyarapodásával az aerob lények különváltak, és belőlük származtak a ma ismert, oxigént használó élőlények.

Minél összetettebb és bonyolultabb egy rendszer, annál sebezhetőbb. Az élő anyag különösen bonyolult, ezért sokféleképpen sebezhető. A földi életet is érte már több globális katasztrófa. A geológiai rétegekből kiolvasott első nagyobb fajpusztulás a Szilur végén (430 millió éve) történt, a második a Devon és Karbon között (350 millió éve), majd az egyik legnagyobb a Triász időszakában (kb. 200 millió éve), amikor az állatfajok 75%-a, illetve a Perm kor végén (kb. 220 millió éve), amikor az állatfajok mintegy 96%-a eltűnt (Budzyko et al. 1988; Koppány, 1996). Minden fajpusztulást a fajok számának új növekedése követte, vagyis az élet megújult, a megváltozott körülményekhez jobban igazodó fajok megjelenésével és elterjedésével. A sokféleség mindig lehetővé tette, hogy az élet megújuljon. Ezért is fontos feladatunk a biodiverzitás megőrzése ma is.

Paleontológusok véleménye szerint a Földön ma élő fajok száma egy ezreléke az élet megjelenése óta élt, de a földtörténet során kihalt fajoknak (Cilek et al., 2007). Ez azt jelenti, hogy a teljes fajgazdagságnak 99,9%-át eltűnt fajok képviselik és átlagosan 1000 új faj megjelenését 999 faj eltűnése követte az évmilliók során.

Egyensúly, kibillenés, egyensúly?

Ahogy a struktúrák párhuzamos fejlődése lehetővé tette, hogy a Földön megjelenjen és kivirágozzék az élet, ugyanúgy számos párhuzamosan zajló folyamat segíti ma is azt, hogy az élővilág sokfélesége és alkalmazkodó képessége fennálljon, mintegy dinamikus egyensúlyt alkotva. E folyamatok körébe bekapcsolódtak az emberiség munkái is, hiszen új fajták kinemesítésével, a háziásítással is változott az élővilág együttese. Az élővilág fennmaradását a sokszereplős és sokhierarchiaszintes alkalmazkodó képesség jellemzi és ennek csak egyik „eredménye” az újabb és újabb fajok megjelenése.

A 20. században kezdődött példátlan technikai fejlődés napjainkban azt

a félelmet kelti, hogy a természet egyensúlya kibillen a szabályozhatóságából. Sokan olyan globális katasztrófától tartanak, amit az emberiség idéz elő. Egy óriás meteorral való összeütközés lehetősége sokkal kevesebb riadalmat okoz, pedig ilyen előfordult már elég sokszor a Föld történetében (*Near-Earth Objects*, 1997), és gyakran pusztító következményekkel járt. Tektonikus és klimatikus hatások is okoztak nagy helyi pusztulást, például a cunamik. Ilyeneket többnyire tenger alatti földrengés okoz; és védekezni sem nagyon tudunk ellene. Az emberiség hatalmas értékeket halmozott föl, van félteni valója. Az 1972-ben Stockholmban összehívott Környezeti Világkonferencia, az UNEP majd IPCC megalakulása, a nemzetközi egyezmények a környezet védelme érdekében azt bizonyítják, hogy a tudósok és talán a politikusok is érzik a felelősségüket a jövő generációkért - és a felhalmozott javakért (!).

Ha meggondoljuk, az élet kialakulása és fennmaradása a Földön megszámlálhatatlanul sok változáson, egyensúlyok és kibillenések szinte véget nem érő sorozatán múlik. Egyes katasztrófák azt mutatják, hogy a földi élet „hajszálnyi” véletleneken múlik, hosszú aszályok, pusztító áradások, jégesők, szélviharok, mérgező anyagok, fertőzések, járványok mind fenyegető veszélyek az élővilág számára. Ha az egyes emberek számos veszélynek vannak is kitéve, az egész emberiség fennmarad. Ugyanez vonatkozik az élővilágra is, mint egészre.

Hierarchiaszintek egymásbaágyazottsága

Fontos tudáskincs tehető az eddig vázoltak mellé. A természet réteges, hierarchikus. Az evolúció során is újabb és újabb hierarchiaszintek épülnek a már meglévők fölé és mellé. Ezért az események mindig igen összetettek. A Földtest folyamatai is ilyen sokszereplős, sokhierarchiaszintes folyamatok. Ezek megismerése életünk végéig tartó folyamat.

Szintézisben látni a jelenségeket: ez a tanulnivaló jövő. Ez is a jövőbe vetett bizalom egyik forrása. Egyensúlyérzetünk fönntartására meg kell ismernünk világunkat és meg kell találnunk önazonosságunkat, teherbírá-sunkat, átlátásunkat. Ahogy Epiktétosz mondja: a világ dolgai két részre oszthatók, rajtunk múló dolgokra és rajtunk nem múló dolgokra (*Epiktétosz, 1943*). Meg kell találnunk, mi az, ami rajtunk múlik és mi az, amit rá kell bízunk a Teremtőre. A különbségtétel nehéz, ezért sokszor túlértékeljük magunkat. Az élet és az élővilág sokfélesége a Földön emberi közreműködés nélkül jött létre, és túlélte már sok katasztrófát. Munkáinkat végezve hihetünk abban, hogy vannak "előrelátóbb erők" az embernél, amelyek az emberrel szem-

ben is képesek megóvni az életet a Földön.

**Bérczi Szaniszló, ELTE,
Anyagfizikai Tanszék, Budapest
Koppány György, SZTE, Éghajlati
és Tájé földrajzi Tanszék, Szeged**

Irodalom

- Bérczi, Sz. and Lukács, B., 1995:* Solvent liquid on planets. *Acta Climatologica*. Tomus 28-29. pp.5-22. Szeged.
- Brian, W.A., 2004:* EARTH AS A PLANET, in *Geology* (Eds. Benedetto De Vivo, Kurt St. Awe and Bernhard Grasemen), in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK.(www.eolss.net)
- Budyko, M.I., Golitsyn G.S. and Izrael Y.A., 1988:* Global climatic catastrophes. Springer Verlag, Berlin
- Cilek, V. and Smith, R., 2007:* Earth System: History and Natural Variability, in *Earth System: History and Natural Variability*

(Ed. Vaclav Cilek), in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK. (www.eolss.net)

Epiktétosz: Kézikönyvecske. Officina Kétnyelvű Klasszikusok, 1943. (Sárosi Gyula ford.)

Koppány Gy., 1996: Bevezetés a paleoklimatológiába. JATEPress, Szeged

Kroll, A.H., 1991: A kései Proterozoikum története. *Tudomány*, 7.évf. 12.sz. 26-33.o.

Lovelock, J.E. and Margulis, L., 1973: Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis. *Tellus*, 26, pp.2-10.

Lovelock, J.E., 1987: Gaia. Göncöl Kiadó, Budapest

Mészáros E., 2004: A lakható bolygó. *Mindentudás Egyeteme*, 2. kötet, 231-239.o. Kossuth Kiadó, Budapest.

Near-Earth Objects, 1997. (Editor: John L.Remo). *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 822. New York

Szent-Györgyi A., 1975: Az élet jellege. Magvető Kiadó, Budapest.

LUKA FERENCNÉ 1951–2008

Búcsúzni jöttünk egy munkatársunktól, az észlelőhálózat nagy családjának egyik tagjától. Mindig nagy veszteség, amikor kollégáink/barátaink közül valaki távozik, de ez akkor a legszörnyűbb, mikor aktív korában történik mindez.

Luka Ferencné 1951. december 20-án született Sopronban. Ehhez a gyönyörű városhoz kötődnek általános és középiskolás évei, valamint utána munkahelyei is. Két évig járt a Berzsenyi Dániel gimnáziumba, majd utána a Szőnyeggyárban dolgozik, és itt fejezi be esti tagozaton középfokú tanulmányait a textil technikumban, ahol 1974-ben érettségizik. Kiseb kitérők után 1978 októberében Pődör János a Soproni Meteorológiai Főállomás akkori vezetője, aki másodállásban a textil technikumban matematikát tanított, és akkoriban Zsuzsát is oktatta, a meteorológiai állomásra hívja dolgozni. Most engedjék meg, hogy Pődör János szavait idézzem: Megrendítő, hogy ilyen tragikus hirtelenséggel kell

búcsúznunk Tőled. Ismeretségünk a diákevekre nyúlik vissza. Általában mindig pontosan megtetted a kötelességedet. A gyári milliőt nem szeretted, ezért mikor lehetőség nyílt rá a meteorológiai állomásra hívtalak dolgozni.

Tehát 1978 októberében belép a Soproni Főállomás meteorológiai hivatásos észlelői közé, erősítve az észlelőhálózat nagy családját.

Majd 30 évet töltött az OMSZ állományában és ez idő alatt megismerhettük segítőkészségét, munkatársaihoz való jó viszonyát. Aztán, ahogy teltek az évek, az észlelési munka, mint oly sokunknak, hozzá tartozott az életritmusához. Amikor a soproni állomás megszűnt, azonnal vállalta, hogy Győrbe jár át dolgozni, hogy folytathassa észlelői pályafutását. 2006. év végén a közsférában nagyfokú létszámleépítés volt, és ez a leépítés az OMSZ-ot sem kerülte el. A létszámleépítés végrehajtásához az OMSZ bizonyos részlegeit át kellett szervezni, melynek során a Győri Meteoro-

lógiai Főállomás létszáma is csökkent. Zsuzsa belekerült a leépítésbe, de mivel öt éve volt a nyugdíjig, így a köztisztviselők jogállásáról szóló törvény adta lehetőséggel élve havi 70%-os bérezéssel a prémiuméves foglalkoztatást választotta, tehát állományban maradt.

Kedves Zsuzsa!

Búcsúzó Tőled az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke, munkatársai, közvetlen kollégáid, Pődör János, Lugosi Ferenc, Major János, Büki Kornél, Györe Katalin, Garab Flórián, Németh György és Roszik Róbert, valamint az észlelőgárda nagy családja nevében, melynek közel 30 éven keresztül Te is egy láncszeme voltál. Emlékedet kegyelettel megőrizzük.

Nyugodjál békében.

Tamáskovits Károly

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

Rendezvényeink 2008. július 1–szeptember 30 között

Előadó ülések, rendezvények:

2008. augusztus 28-30 között Pécsen került sor az MMT XXXII. Vándorgyűlésére az MTA Pécsi Területi Bizottság Székházában.

Az alábbi témákban hangzottak el előadások:

- Aktuális klimatológiai kérdések különös tekintettel a mediterrán hatásokra
- A katonai meteorológia aktuális kérdései
- Agrometeorológiai kutatások Keszthelyen
- A NEFELA (jégeső elhárító) tevékenységének bemutatása
- Béll Béla emlékülés

(A rendezvény részletes bemutatásáról ebben a számban olvashatnak.)

2008. szeptember 25.

Prof. Dr. Detlev Möller (Brandenburg)

- *On the History of the Scientific Exploration of Fog, Dew, Rain and Other*
- *Atmospheric Waters*

(A Levegőkörnyezeti Szakosztály rendezvénye)



Köszönet az 1 %-ért!

Az 1996. évi CXXXVI. törvény feljogosította az adózó állampolgárokat, hogy személyi jövedelemadójuk 1 %-át

az általuk megjelölt közcélú intézmény javára átutaltathassák az APEH-hel.

Örömmel jelentjük, hogy a 2007. évi bevallásában Társaságunknak ajánlott adójának 1%-ából ez évben **354.840 Ft**-ot utal át az APEH.

Ezúton fejezzük ki köszönetünket a támogatásért, és kérjük tagjainkat, hogy a 2008.évi jövedelemadójuk 1%-ának újbóli átutaltatásával segítsék Társaságunkat.

Elszámolás

a 2006. évi SZJA-ból felajánlott 1 %-ról

A 2006. évi adóbevallásban újból lehetett felajánlani a befizetendő SZJA 1%-át azon társadalmi szervezetek részére, akik megfeleltek a törvény által előírt követelményeknek. Örömmel tudatjuk kedves tagtársainkkal, hogy társaságunk megfelelt az előírásoknak és meg is kapta az Önök által **felajánlott, összesen 248.225 Ft**-ot. A felajánlott összeget a 2008. évi Vándorgyűlés szervezésére használtuk fel. Ebből támogattuk az egyetemisták és nyugdíjasok részvételét.

Mégegyszer nagyon köszönjük a felajánlást és reméljük, hogy ebben az évben is sokan nekünk adják személyi jövedelemadójuk 1%-át, ennyivel is könnyítve nehéz anyagi helyzetünkön.

Az MMT Elnöksége

A Magyar Meteorológiai Társaság 2008. évi Vándorgyűlése

A Magyar Meteorológiai Társaság idej, sorrendben a XXXII. vándorgyűlését Pécsen rendezték meg augusztus 28–30. között. A rendezvény második napja szervesen kapcsolódott az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékének nyári iskolájához, így szép számmal képviseltették magukat egyetemi hallgatók is, elsősorban a BSC képzésből.

2008. augusztus 28-án déltől folyamatosan érkeztek a rendezvényre a társaságunk rendezvényre regisztrált tagjai a Mecsek oldalá-

ban fekvő, csodálatos panorámájú PAB Vendégházba. Délután 14 órakor, a rendezvény megnyitóján *Fodor István*, a rendezvény „házigazdája” és *Major György* köszöntötte az vándorgyűlésen megjelent tagtársakat. Ezen a délutánon kötetlenebb tudományos előadásokat hallgathattak a résztvevők többek között *Fodor Istvántól*, aki Pécs éghajlatának jellemzésével nyűgözte le a hallgatóságot. Pécs éghajlatának jellemzéséhez szervesen kapcsolódott a következő előadás is, hiszen a Magyarország éghajla-

tában fellelhető mediterrán hatásokról beszélt *Szász Gábor*. A délután folyamán még egy vitaindító előadást is hallhattunk a meteorológia és a környezetügy egymáshoz való viszonyáról, és szorosabb kapcsolatának jövőbeli lehetőségeiről. A vitához szép számmal érkeztek hozzászólások, aminek végkövetkeztetése az lett, hogy a két tudományág kapcsolatának javításához mindenképpen szükséges az különböző álláspontok közelítése.

A rövid délutáni szakmai prog-



ramot követően a csapat Villánykövesdre látogatott egy rövid „gasztronómiai túra” jegyében. A vacsora fő attrakciója a testes villányi borokkal való ismerkedés volt, kiadós sültételek társaságában. Az esti program annyira jól sikerült, hogy a vendégsereg alig akart búcsút venni a nótaszóval kedveskedő vendéglátóinktól.

Másnap reggel Pécs talán legnevezetesebb ipari létesítményében tettünk látogatást, az 1860-as években alapított Zsolnay Porcelánmanufaktúrában. A mintegy másfél órás tárlatvezetés során az érdeklődő társaság megismerhette a porcelángyártás legapróbb részleteit, valamint azt, hogy az eoizinmáz mitől teszi oly egyedivé a Zsolnay gyár termékeit. Délelőtt 11 órától folytatódott a szakmai program, hiszen a katonameteorológusok színvonalas előadásai következtek Kovács László elnökletével. Először Czender Csillát hallgathatta meg a közönség a katonai megfigyelőhálózatról, valamint az MH meteorológiai szolgálatánál folyó adatellenőrzési, és feldolgozási munkákról. Péliné Németh Csilla „A hazai szélmező átlagos és extrém értékeinek térbeli és időbeli változása” címmel beszélt fő kutatási területéről, végül a délelőtti programot Büki Richárd előadása zárta az afganisztáni magyar had-

műveletek szinoptikus meteorológiai háttértámogatásáról.

Ebéd után Anda Angéla elnökletével a keszthelyi egyetem „ifjú titánjai” kaptak főszerepet az előadók sorában. A docens asszony saját előadása az öntözés mikroklíma módosító hatásának és modellezésének lehetőségeivel foglalkozott egy kukoricaállomány esetében. Utána két fiatal kutató, Varga Balázs és Csertei Péter lépett a hallgatóság elé. Nekik köszönhetően megismerkedhettünk a Balaton és a Keszthelyi-öböl párolgásának sajátosságaival, valamint egy, a gemenci védett erdőségekben őshonos, ehető sárga gévagombák fejlődésmentével. E két előadás nyomán kialakult hosszú szakmai eszmecsere gyakorlatilag teljesen kitöltötte azt a rendelkezésre álló időt, amelyet Kocsis Tímea sajnálatos betegsége miatt elmaradt előadása jelentett volna. Végül, de nem utolsósorban a második nap szakmai programját nem zárhatta más, mint az országban egyedülálló, dél-dunántúli régióban működő jégesőelhárítórendszer, a NEFELA tevékenységének bemutatása Bereczky Károly előadásában. A szakmai programok végeztével kora este Pécs belvárosának világörökség részét képező, ókeresztény katakombarendszerét tekintettük meg tárlatvezetéssel.

Az utolsó nap szakmai programját Béll Béla születésének 100. évfordulóján a róla elnevezett emlékülés jelentette. Az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke, Bozó László vezényelte le az ülést, amelyen Béll Béla családtagjai is jelen voltak. Ambrózy Pál, Mészáros Ernő és Varga Miklós személyes tapasztalataikat és élményeiket megosztva meséltek a hazai meteorológia területén maradandót alkotó Béla bácsiról. Az ő tollából ismerhettük meg először a szabad légkör állapotát Magyarország fölött, emellett aeroklimatológiai kutatásai ma is figyelemre méltóak. Nemzetközileg elismert kutatókat végzett a termikus szél és a hőmérsékleti advekciónal kapcsolatos vizsgálataival, valamint a légkör labilitásának és a zivatarok kialakulási mechanizmusával elért eredményeivel. Nevéhez fűződik továbbá a magaslégtér szélmérő hálózat megszervezése, valamint az 1948 óta folyamatosan működő, rendszeres rádiószondás mérések elindítása is.

Az emlékülés végeztével 30-án délután mindenki elégedetten távozhatott Pécsről. Ahhoz, hogy ennyire sikeres lett a vándorgyűlés, fontos szerep jutott Fodor Istvánnak, aki a helyszín biztosításával, a programtervezet összeállításával és idegenvezetésével nyújtott fontos segítséget. Továbbá a sikeres rendezvény lebonyolításában megkerülhetetlen Pusztainé Holczer Magdolna, a Vándorgyűlés „házi-asszonyának” munkája is a legfontosabb szervező feladatok pontos végrehajtásáért. Köszönet a munkájukért!

Tóth Tamás

HUNGEO 2008

Augusztus 20 és 24. között kilencedszerre került megrendezésre a magyar földtudományi szakemberek világtalálkozója „A földtudományok az emberiségért a Kárpát-medencében” címmel. A konferencia tematikájában igazodott a „Föld Bolygó Nemzetközi Éve” rendezvénysorozathoz. A helyszín ezúttal Budapest, az ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet volt. **Sólyom László**, a Magyar Köztársaság elnöke vállalta a konferencia fővédnökségét.

A konferenciát hagyományosan a Magyarhoni Földtani Társulat rendezte, a szervezésében a földtudományokban érdekelt tudományos társaságokon (így a meteorológiai) kívül az ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, valamint a Föld Éve Magyar Nemzeti Bizottság is részt vett.

Az első napon a plenáris előadások zajlottak. Közülük egy volt meteorológiai témájú, **Bartholy Judit** „A globális és regionális éghajlatváltozás aktuális kérdései” címmel tartott előadást.

A következő napon, augusztus 22-én a szekcióülésekre került sor. A korábbi évekkal ellentétben a szekciók nem a különböző földtudományokhoz, hanem a „Föld Éve” világszerte elfogadott tematikájához igazodtak, így a következők voltak:

- "A" A Föld, mint globális rendszer (lito-, hidro-, atmo-, bioszféra)
- "B" Erőforrások, veszélyforrások
- "C" Települések és életminőség
- "D" A Föld és az élet – a Föld és az egészség
- "E" Földtudományi oktatás, ismeretterjesztés és élethosszig tartó tanulás
- "F" Az emberiség szolgálatában: alkalmazott földtudományok.

Értelemszerűen a meteorológiai témájú előadások és posztterek túlnyomó többsége az „A” szekcióba került, de voltak képviselőink a többi szekcióban is. A „Föld Éve”-hez igazodva a meteorológiai előadások és posztterek nagy része az éghajlatváltozással volt kapcsolatos, de voltak olyanok is, melyek más témákkal, sokszor alkalmazott meteorológiával (agro-, város-, bio-, orvosteorológia) foglalkoztak.

Az elhangzott előadások:

Mika János: A melegedés kifulladás, avagy közeli átbillenés pontok (Éles viták egy évvel az IPCC Jelentése után)

Pongrácz Rita, Bartholy Judit, Szabó Péter: Extrém éghajlati események várható tendenciái regionális modelleredmények alapján

Nagy Zoltán: Célzott mérőhálózat létrehozása a globális klímaváltozás magyarországi hatásainak nagy pontosságú nyomon követésére

Bihari Zita, Lakatos Mónika, Szalai Sándor, Szentimrey Tamás: Magyarország néhány éghajlati jellemzője a 2005–2007-es időszakban

Lakatos Mónika, Szentimrey Tamás, Bihari Zita, Szalai

Sándor: A hőmérsékleti és csapadék szélsőségek megfigyelt tendenciái

Czender Csilla, Komjáthy Eszter, Mészáros Róbert, Lagzi István: Az ózonerhelés tér- és időbeli eloszlásának becslése Magyarországon

Radics Kornélia, Bartholy Judit, Péliné Németh Csilla, Hajdú Máté: Magyarország szélklímája: múlt, jelen, jövő

Németh Ákos: A Balaton, mint kiemelt turisztikai célpont bioklimatológiai vizsgálata

Szűcs János: A levegőminőség változása Jászberényben

Csima Gabriella, Horányi András, Szabó Péter, Szépszó Gabriella: Az éghajlat változásának becslése számszerű előrejelző modellek segítségével: első eredmények a Kárpát-medencére

Kovács Csaba Miklós: A klímaváltozás hatásai Madagaszkár mezőgazdaságára

A bemutatott posztterek:

Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Pieczka Ildikó, Torma Csaba, Hunyady Adrienn: Regionális klíma modellek eredményeinek összehasonlító elemzése

Kern Anikó, Barcza Zoltán, Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Timár Gábor, Ferencz Csaba: MODIS NDVI idősorok vizsgálata Magyarországra: a 2007-es júliusi hőhullám vegetációra gyakorolt hatása

Putsay Mária, Szenyán Ildikó, Kolláth Kornél: Az új generációs Meteosat műhold képeinek felhasználása az időjárási helyzet analízisében

Németh Ákos: A magyarországi erdőtüzek meteorológiai háttere
Bíróné Kircsi Andrea: A Föld feltáratlan kincsei: a megújuló energiák. Nagyterésű szélklimatológiai vizsgálatok a szél energetikai hasznosításához

Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit: A városi hősziget hatás elemzése távérzékelési módszerekkel

Péter Béla, Péter Béláné, Czellecz Boglárka, Bella Szabolcs, Mika János: A kukorica ökológiai adottságainak számszerű értékelése

Pongrácz Rita, Bartholy Judit, Kis Zsófia, Törő Klára, Dunai György, Keller Éva: A meteorológiai változók és a budapesti hirtelen-halál esetek gyakoriságának összefüggései

Varga Zoltán, Varga-Haszonits Zoltán: A meteorológiai viszonyok és a növények

Tóth Gergő: Az időjárás hatása az élővilágra

Fülöp Andrea, Mika János: Baleseti és erőszakos halálesetek kapcsolata a meteorológiával

A meteorológiai előadásokat általában nagylétszámú közönség hallgatta, és idén talán először, a vegyes témájú szekcióbeosztás miatt, sok nem meteorológus is volt közöttük.

A találkozó további két napján szakmai terepbejárást szerveztek a Dunakanyarban és a Felvidéken.

Bihari Zita

A European Meteorological Society tizedik közgyűlése

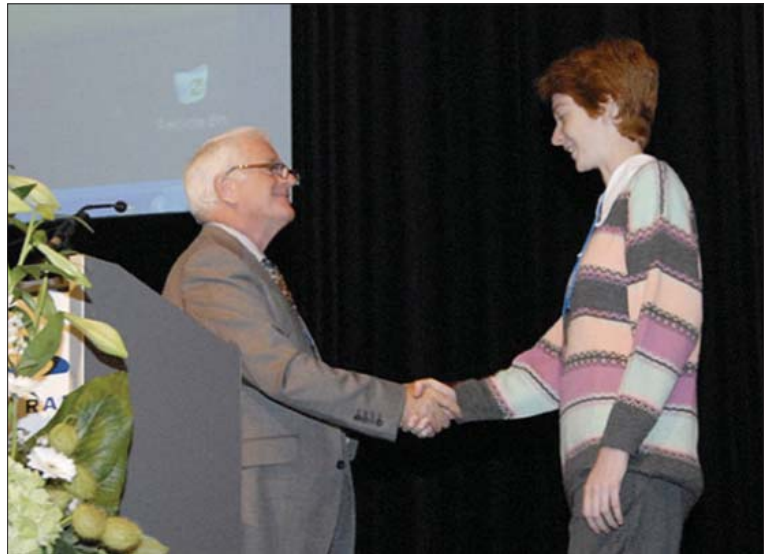
A European Meteorological Society (EMS) éves találkozóját és a European Conference on Applied Climatology (ECAC) rendezvényét az előző évek gyakorlatának megfelelően idén is egyszerre tartották meg. A konferenciára 2008. szeptember 29. és október 3. között került sor Amszterdamban, Hollandiában.

Az eseménysorozathoz kötődik az EMS éves közgyűléseinek lebonyolítása is. A tizedik éves közgyűlést szeptember 28-án tartották. A szokásos közgyűlési napirendi pontok (köszöntő, napirendi pontok elfogadása, a kilencedik közgyűlés jegyzőkönyvének elfogadás) után következett az elnök, *David Burridge* beszámolója a Titkárság, az EMS Tanács és a különböző bizottságok tevékenységéről. Az ügyvezető titkár, *Martina Junge* éves beszámolója után a társaság költségvetését tekintették át és hagyták jóvá a jelenlevők. Az új tagok felvételekor a Norwegian Meteorological Institute, a Wetter-Umwelt-Klima elnevezésű német magántársaság és az Israel Meteorological Society csatlakozásáról döntött a közgyűlés. Végezetül személyi kérdések kerültek napirendre. A jelenlegi elnök nyugdíjba vonulása miatt helyét *Bob Riddaway* foglalja el a tanácsban. Az EMS tanácsának tagjai közé választották *Dunkel Zoltánt* a Magyar Meteorológiai Társaság képviselőjében. Mandátuma 2008 őszétől 2010 őszéig szól.

A European Meteorological Society által alapított díjak átadására a konferencia nyitónapján került sor. Külön örömünkre szolgált, hogy két fiatal magyar kutató is szerepelt a díjazottak között, mindketten az Országos Meteorológiai Szolgálat Numerikus Modellezési és Éghajlat-dinamikai Osztályának munkatársai. *Hágel Edit* (képünkön) a Young Scientist Award elismerésben részesült, amelyet a *Meteorologische Zeitschrift*-ben tavaly megjelent „*Hágel, E., Horányi, A.: The ARPEGE/ALADIN limited area ensemble prediction system: the impact of global targeted singular vectors*” című kiemelkedő tudományos cikkel nyert el.

A „Young Scientist Travel Award” díjat az EMS titkáráról *Szépszó Gabriella* vehette át. Díjazottként megtartott előadása "Preliminary results based on the climate change simulation with the REMO model over the Carpathian Basin" címmel hangzott el a konferencián.

A European Meteorological Society (EMS) éves találkozója és a European Conference on Applied Climatology (ECAC) rendezvénysorozat jövőre is folytatódik, megrendezésére 2009. szeptember 28. és október 2. között Toulouse-ban, Franciaországban kerül sor.



Hágel Edit a "Young Scientist Award" átvételekor.

SPORT ÉS METEOROLÓGIA

Buránszkyne Sallai Márta, az OMSZ elnökhelyettese szeptember 7-én, a nyárutó legmelegebb napján sikeresen végigfutotta a Budapesti NIKE Félmaraton versenyt (fényképünkön baloldalon). A versenyző ezúton is köszöni az OMSZ szurkoló csapatának a buzdítást és a hűsítő vizet.



2008 NYARÁNAK IDŐJÁRÁSA

Június az átlagosnál melegebb és csapadékosabb volt.

A középhőmérséklet a legtöbb helyen 20°C körül alakult, ennél alacsonyabbat a magasban fekvő területeken, magasabbat pedig délkeleten mértek.

Az előző hónapokhoz hasonlóan a sokévi átlagnál melegebb volt az ország egész területén. A legmelegebb időszak 21-e és 26-a között volt, 23-án több, mint 6 fokkal volt melegebb a szokásosnál. Ennek a periódusnak köszönhető, hogy a (30 fokot meghaladó maximumhőmérsékletű) hőségnapok száma átlagosan elérte az 5-öt.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 35.1 °C Szeged külterület (Csongrád megye) június 23.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: 4.1 °C Zabar (Nógrád megye) június 3.

A csapadékösszeg országosan 100 mm körül alakult. 50–100 mm közötti értékeket mértek az Északi-középhegység területén, Sopron térségében viszont a havi mennyiség megközelítette a 300 mm-t is.

Június az átlagosnál csapadékosabb volt, országosan mintegy 30 %-kal esett több eső az ilyenkor megszokottnál. A területi különbségek jelentősek voltak, az alacsony csapadéku északi részeken csak a normálérték fele, míg az északnyugati határ közelében közel háromszorosa volt a havi mennyiség.

A hónap folyamán az esős idő gyakorlatilag végig jellemző volt. Állomásaink többségén 4–5 napon regisztráltak 10mm fölötti csapadékok. Elvértve előfordultak csapadégmentes napok is, de csupán egy olyan több napig tartó időszak volt, 19-e és 23-a között, amikor az országban nem esett az eső.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 299.7 mm Sopron Brennbergbánya (Győr-Moson-Sopron megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 30.1 mm Tarnaméra (Heves megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 113.8 Sopron Brennbergbánya (Győr-Moson-Sopron megye) június 26.

2008 júliusa országosan az átlagnál kissé melegebb és jóval csapadékosabb volt.

Az Alföld jelentős részén 21–22 fok között alakult a középhőmérséklet, míg máshol 20–21 fok adódott. Ettől alacsonyabb érték főként a középhegységek területén található.

Azonban jelentős ingadozások adódtak a hónap folyamán. A legmelegebb időszak 11-e és 13-a között volt. 12-én közel 5 fokkal volt melegebb a szokásosnál. Átlag feletti értékek tartósan 25-e után fordultak elő. A leghidegebb 23-án volt, ekkor a hőmérséklet több mint 6 fokkal maradt el az átlagtól. A hónap során 0-15 nap volt hőségnap (a legtöbb Kalocsán, míg Szentléleken (Borsod-Abaúj-Zemplén megye) egy sem).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 36.1 °C Kecs-kemét (Bács-Kiskun megye) július 13.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: 5.4 °C Zabar (Nógrád megye) július 6.

Július az átlagnál jóval csapadékosabb volt, országosan mintegy 70%-kal esett több eső az ilyenkor szokásosnál. A területi különbségek ebben a hónapban is jelentősek voltak. 40-70 mm közötti értékeket a déli országrészben, illetve Dunántúl középső részén mértek, ugyanakkor a középhegységeken 250 mm-t meghaladó havi csapadékmennyiség is előfordult.

A hónap során az esős idő végig jellemző volt. A legcsapadékosabb napon, 23-án az országos átlag 24 mm felett volt, az

állomásokon mért értékek is sok helyen meghaladták az 50 mm-t. A Bakonyban 100 mm feletti értéket is regisztráltak.

10-e és 12-e között volt a leghosszabb csapadégmentes időszak. Ezt leszámítva csak elvétve fordult elő egy-kettő csapadégmentes nap.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 263.5 mm Bánkút (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 32.7 mm Jánoshalma (Bács-Kiskun megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 103.6 mm Bakony-szűcs Kőröshegy (Veszprém megye) július 23.

Augusztus az átlagnál melegebb, csapadékban szegényebb volt.

A középhőmérséklet az Alföld jelentős részén 21–22 fok között alakult. Ettől melegebb a déli területeken adódott. A középhegységeken 19-20 fok volt a középérték.

Az ország területén mindenhol pozitív hőmérsékleti anomália volt tapasztalható.

A legmelegebb időszak 12-e és 15-e között volt. 15-én több mint 5 fokkal volt melegebb a szokásosnál. 17-én azonban már az országos átlagérték közel 4 fokkal volt alacsonyabb az átlagnál. A hónap során 0-16 nap volt hőségnap. A legtöbb Szentesen, míg a legkevesebb Kékestetőn adódott.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 39.1 °C Túrkeve (Jász-Nagykun-Szolnok megye) augusztus 15.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: 2.9 °C Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) augusztus 31.

A havi csapadékösszeg országos átlaga 40 mm körül alakult, ez a megszokottnak mindössze 66 %-át tette ki. A területi különbségek azonban most is jelentősek voltak. Az ország nagy részén 20–35 mm csapadék hullott mindösszesen. Nyugat-Magyarországon, illetve az északkeleti országrészben 60–90 mm-t, helyenként 100 mm meghaladó értéket is mértek. A legcsapadékosabb napon, 8-án az országos átlag 11 mm felettinek adódott. E napon a mért értékek főként Baranyában és Borsod-Abaúj-Zemplén megyében sok helyen meghaladták a 30–40 mm-t. Baranyában 60 mm feletti értéket is regisztráltak. Ezt követően 17–21 napos csapadégmentes időszak adódott.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 159.3 mm Sopron Muckkilátó (Győr-Moson-Sopron megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 5.3 mm Kölesd-Borjád (Tolna megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 68.1 mm Kárász (Baranya megye) augusztus 8.

Bella Szabolcs

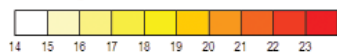
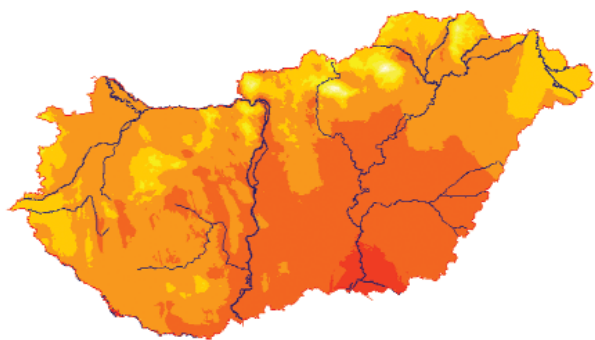
Hibaigazítás

A Léggör 2008.2. számában a tavasz időjárásának leírásából két dátum lemaradt. Az áprilisban mért legalacsonyabb hőmérséklet időpontja ápr. 1. A májusi 24 órás csapadékmaximum dátuma máj. 20.

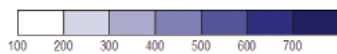
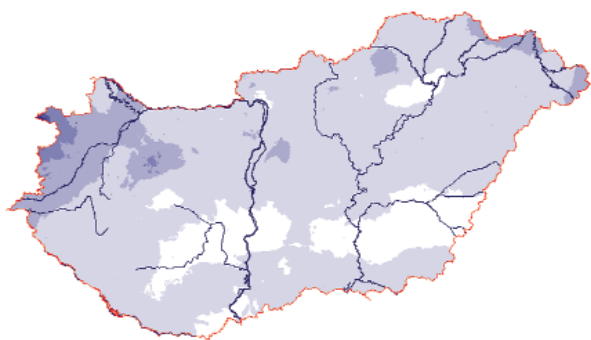
Az összefoglaló táblázatban Győr tavaszi csapadékösszege az átlag 121 %-át teszi ki.

2008. nyár

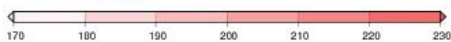
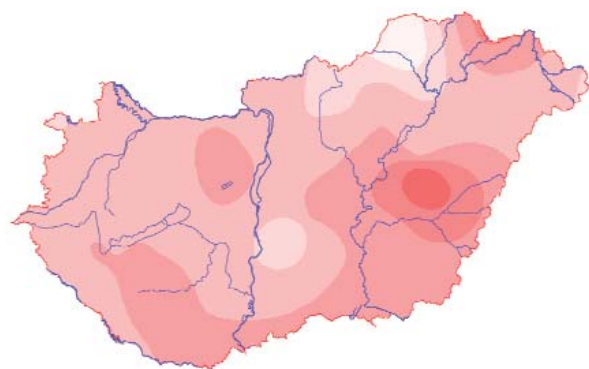
állomások	napsütés (óra)		hőmérséklet (°C)						csapadék (mm)			szél
	évsz.össz.	eltérés	évsz.közép	eltérés	absz.max.	napja	absz.min	napja	évsz. össz	átlag%-ában	Imm- napok sz.	viharos napok
Szombathely	776	58	20.1	1.7	33.0	2008.06.23.	7.5	2008.06.16.	426	187	29	13
Nagykanizsa			20.0	1,2	33.8	2008.08.15.	6.4	2008.08.31.	243	100	22	7
Győr	817		20.7	1.3	34.2	2008.07.13.	6.8	2008.08.31.	277	153	31	5
Siófok	895	97	22.0	1.8	36.1	2008.08.15.	11,6	2008.06.16.	179	94	21	25
Pécs	866	46	21,3	1.6	34.6	2008.08.15.	10.3	2008.08.31.	253	122	21	6
Budapest	890	113	21,5	1.5	36.1	2008.08.15.	9.8	2008.06.16.	264	159	29	8
Miskolc	811	96	20,8	1,7	34.8	2008.08.15.	10.6	2008.08.31.	244	117	28	6
Kékestető	763	11	15.5	1.4	26.7	2008.08.15.	6.1	2008.06.15.	279	105	27	16
Szolnok	815	12	21.7	1.5	38.9	2008.08.15.	9.2	2008.08.31.	260	152	28	
Szeged	921	113	22.0	1.9	38,7	2008.08.15.	8.8	2008.08.31.	216	121	22	4
Nyíregyháza			20.3	1.0	33.8	2008.08.15.	7.2	2008.08.31.	227	119	27	9
Debrecen	899	105	21.0	1.5	35.7	2008.08.15.	6.0	2008.08.31.	216	105	27	5
Békéscsaba	971	160	21.6	1.9	37.8	2008.08.15.	7.9	2008.08.31.	205	106	21	4



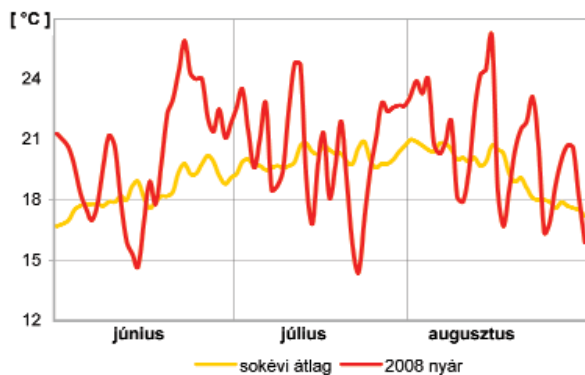
1.ábra: A nyár középhőmérséklete °C-ban



2.ábra: A nyár csapadékösszege mm-ben



3.ábra: A nyár globálisugárzás összege MJ/cm²-ben

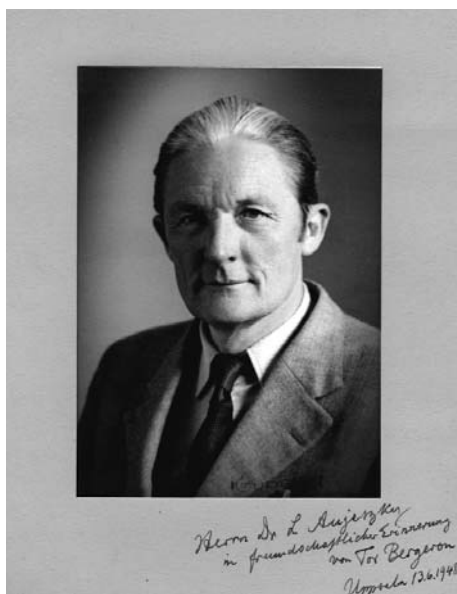


4.ábra: A nyár napi középhőmérsékletei és a sokévi átlag °C-ban

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

TOR BERGERON

(1891. augusztus 15. – 1977. június 13.)



Angliában, Hudstonban született. Tanulmányait Svédországban folytatta és a Stockholmi Egyetem elvégzése után 1919-ben a Svéd Meteorológiai és Hidrológiai Intézetben, mint segédmeteorológus kezdett dolgozni. Ugyanebben az évben tanulmányútra Bergenbe küldték. 1920-ban visszatért Svédországba, de 1922-ben átment a bergeni Norvég Meteorológiai Intézet időjárási szolgálatához. 1923-tól 1925.-ig a L. Weickmann által vezetett lipcsei Geofizikai Intézetben dolgozott. Itt G. Swobodával együtt folytatta le a „Hullámok és örvény egy kvázistacionárius határfelületen Európa fölött” című vizsgálatát. Norvégiába 1928-ban tért vissza és megírta „A háromdimenziós időjárás analízisről” c. művének első részét „Elvi bevezetés a légtömegek és frontok kialakulásának problémájába” alcímmel. Ezzel új szemlélet módot vezetett be a szinoptikus meteorológiába. Tudományos érdeklődési köre új irányt vett és 1935-ben „A felhők és a csapadék fizikája” c. tanulmányában elméletet dolgozott ki a szilárd halmazállapotnak a csapadékhullás folyamatában játszott szerepéről. 1930-ban és 1932-ben hosszabb előadás sorozatot tartott Moszkvában. Bergeron professzor a magyar meteorológusoknak is személyes ismerője volt. 1970-ben a centenáriumi ünnepekre Budapestre látogatott, és a tudományos szimpózium keretében „Mezometeorológiai tanulmány a csapadékeloszlásról” (*Pluvius-terv*) címmel tartott előadást. A bergeni iskola utolsó képviselője volt.

Varga Miklós