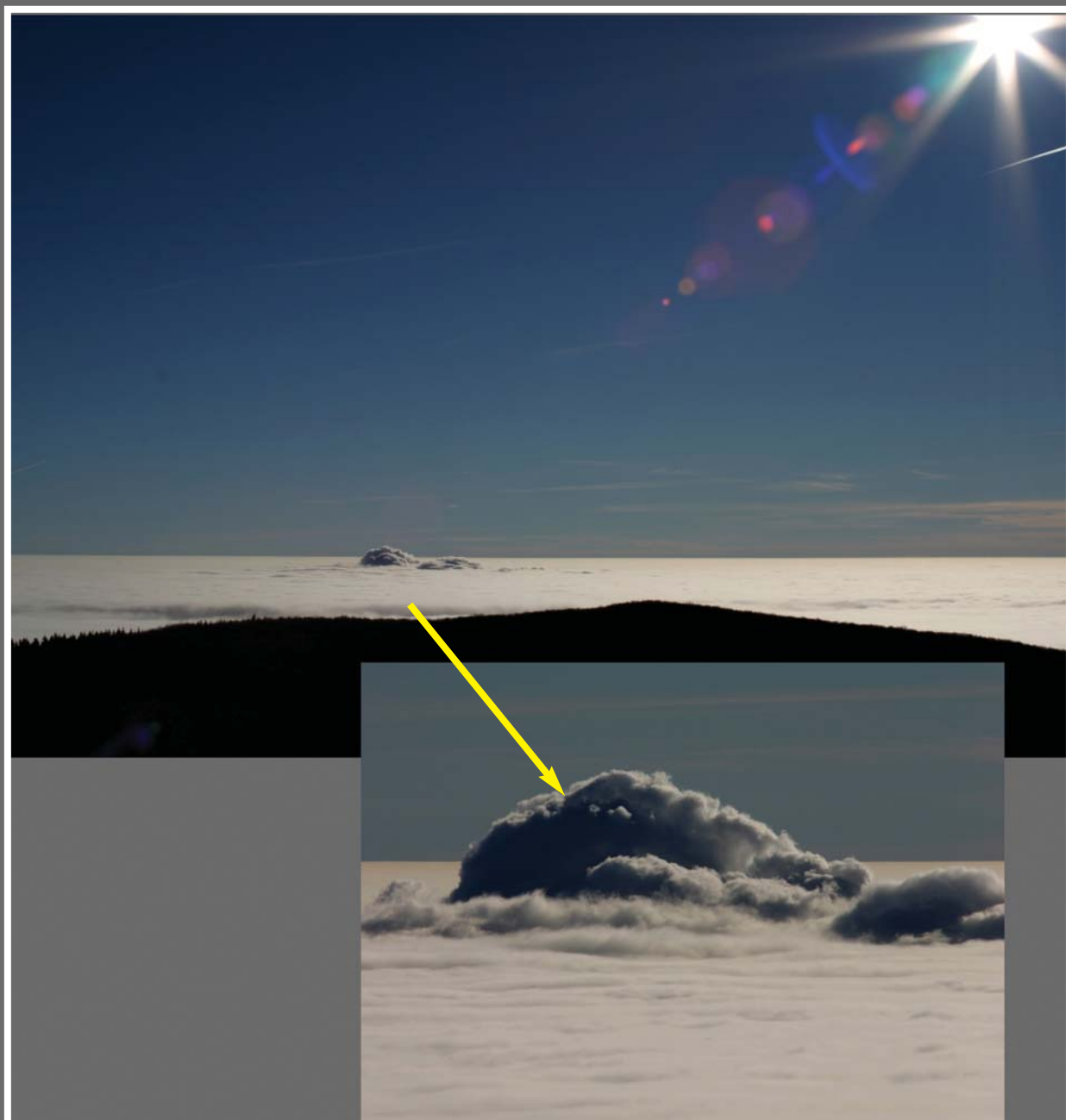


# L É G K Ö R

53. évfolyam

2008. 1. szám



# Meteorológiai Világnap, 2008

(Cikk a 2. oldalon)

## Schenzl Guido díjban részesült



*Barát József*



*Horváth Csaba*

## Pro Meteorologia emléklakettet kapott



*Ihász István*



*Károssy Csaba*



*Németh Péter*



*Völker József*

## Az OMSZ elnökének jutalmát és oklevelet vett át



*Gruber Nándor*



*Hercsik József*



*Guzina Mihályné*



*Gurdics Jánosné*



*Teleki Tiborné*

A kitüntetéseket és jutalmakat Kovács Kálmán államtitkár és Bozó László OMSZ elnök adta át.

## KÖPPEN WLADIMIR

(Szentpétervár, 1846. szeptember 25. – Graz, 1940. június 22. )



**E**gyetemi tanulmányait Németországban végezte, és Lipcsében doktorált. Tanulmányai befejeztével állást vállalt Henrich Wild mellett az Orosz Meteorológiai Intézetben. 1873-ban részt vett Bécsben a Nemzetközi Meteorológiai Konferencián, ahol megismerkedik Neumayer-rel, aki Hamburgba hívja. 1875-től 1879-ig a Seewarte partmenti prognózis és viharóvási szolgálatot vezeti. Ezután is marad a Seewarte kutatója és a régi kutatási területe, a klimatológia kerül első helyre.

1919-ben megjelent javított klímaképlete és ennek eredményeként az egész Földet felölelő növényföldrajzi és megfelelő éghajlati alapokon nyugvó éghajlati beosztása. Sokat foglalkozott a hőmérséklet és a csapadék szakaszosságával, amelyről 91 évesen írt egy nagyszabású értekezést, amelyben – többek között – Budapest adatait is feldolgozta, „Die Schwankungen der Jahrestemperatur in Mitteleuropa von 1761 bis 1936” címmel. A magyar tudományos körök is méltatták nagyjelentőségű munkásságát és a Magyar Földrajzi Társaság 1913-ban, a Magyar Meteorológiai Társaság pedig 1928-ban tiszteleti tagjául választotta.

**Varga Miklós**

# L É G K Ö R

53. évfolyam  
2008. 1. 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 1365 Ft

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI  
SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR  
METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG  
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

## TARTALOM

Címlapon: *Inverziós réteget (stratus felhőzet) áttörő konvekció a Visontai Erőmű fölött.* A felvételt a kékeszetői kilátóból Kolláth Kornél készítette 2007. december 21-én (cikk a 12. oldalon).

Bozó László: <b>Köszöntő</b> .....	2
Sáhó Ágnes: <b>Meteorológiai Világnap 2008</b> .....	2
Tar Károly: <b>Világnapi rendezvény Debrecenben</b> .....	4
Nagy Zoltán: <b>Meteorológiai megfigyelések az élhető jövőnkért</b> .....	5
Gyuró György: <b>Sir Brian Hoskins az új, brit klímakutató intézet élén</b> .....	11
<b>KISLEXIKON</b> .....	11
Bonta Imre, Hirsch Tamás: <b>Hidegpárna: a helyzet változatlan</b> .....	12
Schlanger Vera: <b>A 2007. év időjárása: rekord meleg</b> .....	15
<b>Új kiadvány</b> .....	19
Domonkos Péter: <b>Homogenizáló módszerek alkalmazásának hatása a detektálható hőmérsékleti trendek megbízhatóságára</b> .....	20
<b>Tudományos elismerés</b> .....	25
Ács Ferenc, Szinyei Dalma: <b>A csupasz talaj- és a növényi párolgás összehasonlító vizsgálata</b> .....	26
Tóth Róbert: <b>20 éves a Montreáli Jegyzőkönyv</b> .....	30
Dobi Ildikó, Lábó Eszter, Putsay Márta: <b>EUMETSAT teljes jogú tagságot előkészítő tárgyalások</b> .....	33
<b>Helyesbítések</b> .....	33
Szegedi Sándor: <b>A Debreceni Egyetem meteorológiai obszervatóriumának nyolcvan éve</b> .....	34
<b>A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI</b> .....	37
Ambrózy Pál: <b>Búcsú Gáspár Páltól</b> .....	38
Tamáskovits Károly: <b>Simon József</b> .....	38
Bella Szabolcs: <b>2007/2008 telének időjárása</b> .....	39

## KÖSZÖNTŐ

### **Tisztelt Olvasó!**

Az Országos Meteorológiai Szolgálat alapvető feladata a lakosság, a különböző állami szervezetek, illetve a gazdasági szereplők folyamatos tájékoztatása a Föld légkörében lezajló, illetve várható eseményekről. A szakmát teljes értékűen művelni csak akkor lehet, ha eredményeinket megfelelő helyen és időben közzé tesszük, így biztosítva nemcsak az igényes tájékoztatás és ismeretterjesztés, hanem a későbbi tudományos vita lehetőségét is. Úgy gondolom, többé-kevésbé mind a mai napig időszerűek Héjas Endre, az IDŐJÁRÁS című folyóirat első szerkesztőjének és kiadójának 1897-ben megfogalmazott gondolatai: „...az érdeklődés az időjárás iránt csaknem mindenkién, úgy az egyszerű emberben, mint a legmagasabb műveltségűben, egyaránt megvan. Az időjárás szabályozza mindennapi életünket; ahhoz alkalmazzuk ruházódásunkat, táplálkozásunkat, szórakozásainkat, egyszóval egész életmódunkat... Ha megvan az érdeklődés, honnan mégis az a léptenyomon tapasztalható tájékoztatatlanság meteorológiai kérdésekben, honnan az időjárás jelenségeinek primitív

felfogása, honnan... az előítélet a meteorológia modern munkásaival szemben?” Véleményem szerint az immár 53. évfolyamába lépő LÉGKÖR című folyóirat szerzői a kezdetek óta arra törekednek, hogy ezt a bizonyos tájékoztatatlanságot és előítéletet hiteles és színvonalas cikkeiken keresztül feloldják. Az utóbbi évtizedekben a szerkesztők és a szerzők áldozatos munkája révén sikerült elérni, hogy a folyóirat a szakma iránt érdeklődők lehető legszélesebb rétegeihez jusson el: a tudományos igényű elemzésektől kezdve, az ismeretterjesztésen és a közéleti híreken át az aktuális éghajlati áttekintésig csaknem mindenki talál hasznos és érdekes olvasnivalót az egyes lapszámokban.

Az OMSZ 2007-ben kinevezett elnökeként, s egyben a folyóirat felelős kiadójaként ezúton köszöntöm valamennyi olvasónkat, és kívánom, hogy a LÉGKÖR még további hosszú éveken, évtizedeken keresztül maradjon hasznos és élvezetes olvasmányuk.

**Dr. Bozó László**  
OMSZ elnök

## METEOROLÓGIAI VILÁGNAP 2008

Szép számú, jeles közönség vett részt világnapi ünnepségünkön, amit ebben az évben, a március 23-ára eső korai Húsvét miatt március 25-én rendezett meg a magyar Szolgálat.

Dr. Bozó László elnök megnyitó beszédében köszöntötte a nap kitüntetettjeit, kiemelve, hogy az idei Világnap témája, a „Meteorológiai megfigyelések egy jobb jövőért” címmel, utal az időjárási megfigyelések és előrejelzések növekvő szerepére, valamint hangsúlyozta, hogy az elmúlt egy esztendő során elsősorban az időjárási riasztások fejlesztésének terén szép eredményeket értünk el: beruházásaink hasznosulása megmutatkozik munkánk eredményességében.

A környezetvédelmi és vízügyi minisztert Kovács Kálmán államtitkár képviselte, aki a meteorológiai munka nemzetközi szintű fontosságát hangsúlyozva az EUMET-SAT-hoz, az Európai Műhold-meteorológiai Szervezethez való csatlakozás jelentőségéről beszélt. Méltató szóval köszöntötte a nap ünnepeltjeit, a díjat, emléklakettet, oklevelet kapó, szorgalmas munkájukkal kitűnő meteorológusokat, munkatársakat, társadalmi észlelőket.

A világnapi ünnepség keretében Schenzl Guidó Díjat kapott Barát József, „az OMSZ elnökeként több mint egy évtizeden át végzett jelentős szervezeti és műszaki fejlesztési tevékenységéért.”

Barát József 1957-ben végzett az ELTE-n, mint okleveles meteorológus. Az OMI-ban helyezkedett el, ahol kez-

detben meteorológiai műszer-kalibrálással és hitelesítéssel foglalkozott. Dési Frigyes elnöki megbízatása után elnökhelyettesi kinevezést kapott és ekkor vette át a Szolgálat pénzügyi és gazdasági irányítását. Czelnai Rudolf Genfben történt távozása után az OMSZ elnöke lett, 1981. február 1-től 1990. november 30-ig.

Elnöksége idején kezdődött az OMSZ jelentős számítástechnikai fejlesztése, felépült az OMSZ új számítóközpontja Pestszentlőrincen, a Tatabánya téren. A Magyar Meteorológiai Társaságban kezdeményezte a szoros együttműködést a Szlovák Meteorológiai Társasággal. 1978-ban az MMT Steiner Lajos emlékéremmel tüntette ki, majd 1988-ban MTESZ díjban részesült, de több állami kitüntetésnek is birtokosa. 1988-ban a Magyar Földrajzi Társaság tiszteletbeli tagjává választotta, a Déli-Sarkon (1965–67 között) több, mint egy éven át végzett magaslégtérbeli kutatásaiért.

A Schenzl Guidó Díj másik kitüntetettje Horváth Csaba „magas színvonalú katonai meteorológiai tevékenységéért, a magyar honvédség meteorológiai szolgálatának eredményes vezetéséért”.

Horváth Csaba a katonai ösztöndíjjal elvégzett középiskola után jelentkezett az ELTE meteorológus szakára. A diplomát megszerezve 1987-től a 47. Honi Vadászpilóta ezred szinoptikusa volt Pápán, majd a Honi Légvédelmi és



Légiőrnagytarcsai harcálláspontján teljesített szolgálatot. 1991-ben került a Katonai Meteorológiai Központba, szinoptikusnak. 1997-től a Magyar Honvédség Meteorológiai Hivatalának meteorológus főtisztje. 2001 és 2004 között Nápolyban teljesített szolgálatot a NATO Szövetséges Erők Déli Hadműveleti Parancsnokságán. Hazatérése után, 2005-től, az MH Meteorológiai Szolgálatának kiemelt meteorológus főtisztje, majd szolgálatfőnöke, 2007. november 1-i nyugállományba helyezéseig.

### Pro Meteorologia Emlékplakettet kapott:

**Ihász István**, „a Szolgálatnál eddig eltöltött több mint 20 év során tanúsított szorgalmáért és segítőkészségéért, az ECMWF-fel való kapcsolattartásért, fejlesztő munkájáért”.

Az ELTE meteorológus szakán 1984-ben államvizsgázott. Előbb az OMSZ Levegőminőség Modellező Osztályán, majd 1986. közepétől a Numerikus Módszerfejlesztő Kutatócsoportban dolgozott. Az 1980-as évek végén részt vett az ún. svéd korlátos tartományú numerikus előrejelző modell adaptálásában, melynek végén a modell – 1991. július elejétől – hazánkban először operatív alkalmazásra került.

1992. nyarától részt vett a Francia Meteorológiai Szolgálat (Météo France) által életre hívott ún. ALADIN nemzetközi együttműködésben. A fejlesztő munka idején 1992 és 1996 között többször dolgozott Toulouseban a francia szolgálat előrejelző és kutató központjában.

Az OMSZ és az ECMWF közötti ún. Meteorological Contact Point kapcsolattartó feladatkört 1994 óta, a Computer Representative feladatkört 2001 óta tölti be, melynek során alapvető feladata az ECMWF-beli modellfejlesztések szakmai nyomon követése s az OMSZ-beli partnerek tájékoztatása illetve továbbképzése.

**Dr. Károssy Csaba** „az éghajlati kutatásokban kifejtett tevékenységéért, oktató munkájáért, valamint szakirodalmi munkásságáért.”

Károssy Csaba biológia-földrajz szakos tanári oklevelet szerzett a Szegedi József Attila Tudományegyetemen. Ugyanitt védte meg 1972-ben egyetemi doktori disszertációját. Péczely György tanítványaként, majd aspiránsaként kezdettől fogva bekapcsolódott az ott folyó éghajlati kutatásokba. Kandidátusi értekezését is e területen védte meg 1980-ban. Előbb a Szegedi Juhász Gyula Tanárképző Főiskolán dolgozott, majd 1984-ben a szombathelyi Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Földrajzi Tanszékének megalapításában vett részt. 1988-tól tanszékvezető főiskolai tanár volt. Tudományos tevékenységének tengelyében az időjárási helyzetek (ún. makroszinoptikus típusok) osztályozása, katalógizálása, statisztikai elemzése állt. Péczely György halála (1984) óta a Péczely-féle típusok napi katalógizálását végzi, még napjainkban is.

**Németh Péter** „a meteorológiai rádiószondázás érdekében hosszú éveken át kifejtett magas szintű munkájáért és a radarmérések kiértékeléséhez szükséges egyedi szoftverek fejlesztéséért” kapta az Emlékplakettet.

Németh Péter 1978-ban kezdte meteorológusi pályáját az akkori Központi Meteorológiai Intézetben. A megfigyelések, mérések iránti érdeklődése folytán rádiószondázási adatok elemzésével, adatbázisának kialakításával kezdett foglalkozni Varga Miklós vezetése mellett. Később bekapcsolódott a szegedi és budapesti METORIT-RKZ rendszer automatizálásába, majd vezetőként részt vett a Vaisala rádiószonda rendszer meghonosításában. Fő tevékenysége mellett foglalkozott az UV sugárzás mérésével és előrejelzésével az EU COST tevékenységébe is bekapcsolódva a 90-es években. Az OMSZ időjárási radarhálózatának 1999-ben kezdődött Doppler-dual polarizációs radarokkal történő megújításában aktívan vett részt, vezetőként is. Az új radarok jelenlegi szolgáltatási körének kialakítása, a mért adatok megbízható minősége, a radaradatok feldolgozásának, elemzésének módszertani fejlesztései az ő állhatatos és újító tevékenységének köszönhetőek. A radarok mellett meghonosította a szodár és a windprofiler méréseket is.

**Völker József** „a radarmeteorológiai fejlesztésekben meghatározó szerepéért, a Szentgotthárd-farkasfai meteorológiai- és radar-állomás létrehozásáért és évtizedeken keresztül tartó szakszerű vezetéséért.”

Völker József 1968-ban végzett a Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskolán, a mikrohullámú szakon. 1971-től az OMSZ Központi Előrejelző Intézet Repülés Előrejelző Osztályán dolgozott. 1977-től áthelyezték a Központi Meteorológiai Intézet Megfigyelési Főosztály Radarmeteorológiai Csoportjába, ahol 1978. év végétől csoportvezető. 1981. július 1-től megbízták a Szentgotthárd-Farkasfa Radarmeteorológiai Observatórium vezetésével, ahol nyugdíjba vonulásáig (2006-ig) dolgozott.

Völker József 1977-től meghatározó szerepet vállalt az MRL-5 típusú orosz radarokon nyugvó országos radarhálózat kiépítésében és későbbi üzemeltetésében, a radar adatok távirati formájának kidolgozásában, az operatív adatküldés beindításában. Folyamatosan részt vett a radarok műszaki ellenőrzésében, amelynek fontossága az automatizálást követő időszakban meghatározóvá vált. Vezetésével a farkasfai radarállomás a balatoni vihar-előrejelzés háttérbázisává fejlődött.

Az OMSZ elnökének különdíját és oklevelét kapta öt társadalmi észlelőnk, akik hosszú évtizedes megfigyelési munkával a hátuk mögött, az ország különböző területeiről érkeztek átvenni a díjat és megismerni a Szolgálatot. Az észlelőket, s az állomásokat Tamáskovits Károly leírásából ismerhetjük meg legjobban.

### Gruber Nándor Bp. Árpádföldről

Árpádföld, Budapest XVI. kerülete a Szilas-patak két partján, a Pesti-síkság és a Gödöllői-dombság találkozásánál terül el. A csapadékmérő állomás a kerület határán az épülő M0-ás körgyűrűtől légvonalban kb. 600 m-re helyezkedik el. Az állomás vezetését 1959-ben Gruber Nándor vette át elődjétől. 49 éven át végzett pontos méréseit, megfigyeléseit köszönve kérjük, hogy továbbra is segítse tevékenységünket.

### Hercsik József Kislángról

Kisláng község Fejér megyében, a Mezőföldön helyezkedik el. Munkatársunk a meteorológiával már 1948-ban közelebbi kapcsolatba került, amikor az akkori Méhészeti és Méhbiológiai Kutató Intézet neves vezetője és kutatója örösi Pál Zoltán felkérte méhészeti megfigyelésre. A megfigyeléshez csapadékmérőt és maximum-minimum hőmérőt kapott, hogy ezen adatokat is mérje. 1960-ban örösi professzor ajánlására az Országos Meteorológiai Intézet felkérte csapadékmérő állomás vezetésére, amit azóta is töretlenül ellát, immár 48 éve.

### Guzina Mihályné Bátorligetről

Szabolcs-Szatmár-Bereg megye DK-i részén, a Nyírségben található település Bátorliget. Legnagyobb nevezetessége a híres Bátorligeti ősláp, mely legjobban megőrizte a hajdani Nyírség, Nagyalföld történelmi előtti képét. Az 50 hektáros bátorligeti arborétum ma az Alföld természeti múltjának élő múzeuma, melyben megtalálhatók a Kárpát-medencében lezajlott éghajlatváltozások nyomai. A mikroklímát az arborétumot övező erdők biztosítják az itt megőrződött különleges növény- és állat-világ számára. Itt vezeti immáron 46 éve csapadékmérő állomásunkat Guzina Mihályné.

### Gurdics Jánosné Csölyospálosról

Csőlyospálos Bács-Kiskun megye legdélibb települése. Földtani föltárás természetvédelmi területe. Aki ellátogat ide, az egész világon egyedülálló jelenséget figyelhet meg közelről, hiszen a csölyospálosi feltáráson kívül mindössze néhány helyről ismert a réti vagy tavi mészkő és dolomit képződése. Itt vezeti csapadékmérő állomásunkat immáron 45 éve Gurdics Jánosné.

Végül, de nem utolsósorban megköszöntük közel 20 évi munkáját **Teleki Tibornénak** és fiának, **Teleki Sándornak**, akik Kunmadarason a hortobágyi háttérszennyezettségmérő állomáson a meteorológiai méréseket, mintacsereket, állomásfelügyeletet végezték. 2007. szeptemberében búcsúztunk el tőlük, mert költözésük miatt nem tudták tovább vállalni ezt a feladatot.

A kitüntetések átadása után **Nagy Zoltán**, a Földfelszíni Megfigyelések Osztályának vezetője tartott szakmai előadást „**Meteorológiai megfigyelések az élhető jövőnkért**” címmel. Előadásának anyagát a Léggör e számában adjuk közre. A [www.met.hu](http://www.met.hu) portálon a Hírek, Események rovatban is megtalálhatják majd az érdeklődők.

Az ünnepség végeztével az OMSZ elnöke állófogadást adott az ünnepeltek és a vendégek tiszteletére.

Sááhó Ágnes

## VILÁGNAPI RENDEZVÉNY DEBRECENBEN

Az idei Meteorológiai Világnap témájához kapcsolódva a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszéke a Magyar Meteorológiai Társaság Debreceni Csoportja és a Debreceni Akadémiai Bizottság Meteorológiai Munkabizottsága közreműködésével *80 éves a Debreceni Egyetem meteorológiai obszervatóriuma* címmel nemzetközi tudományos szemináriumot rendezett 2008. március 27-én Debrecenben. A Nagyváradai Egyetem és a Babes-Bolyai Egyetem hallgatói, kutatói aktív részvételükkel járultak hozzá a rendezvény sikeréhez.

A szemináriumot *Sailer Kornél*, a Természettudományi és Technológiai Kar dékánja nyitotta meg. Kiemelte az obszervatórium történetének legnevezetesebb időpontjait, az obszervatóriumnak a Földtudományi BSc képzésben, elsősorban a meteorológus szakirány oktatásában játszott szerepét. Levélben üdvözölte a rendezvényt *Bozó László*, az OMSZ elnöke. Köszöntőjét így zárta: „Külön üdvözlöm a mai rendezvény szakmai programjában szereplő vendégeket, akik a debreceni kollégákkal összefogva, egyszer (s nem újabb nyolc évtized múlva) talán nemes szakmai hagyományt teremtenek azzal, hogy az egymáshoz tudományos érdeklődésben és földrajzi értelemben is közel élő kutatók és oktatók számára az országhatár és részben a nyelvek eltérése sem akadály, sőt talán épp az együttműködés megvalósulását serkentő körülmény!”

A szakmai előadások sorát *Szegedi Sándor* (Meteorológiai Tanszék) nyitotta meg *A Debreceni Egyetem meteo-*

*rológia obszervatóriumának története* című előadásával. (Az előadás írott változata e számban megtalálható). Őt *Florin Moldovan* (Babes-Bolyai Egyetem) követte, aki a romániai meteorológiai állomáshálózatot mutatta be. *Jákfalvi Mihály* (OMSZ) pedig a hazai állomáshálózatról, részletesebben a debreceni szinoptikus állomásról beszélt. *Iulian-Horia Holobáca* (Babes-Bolyai Egyetem) a hőmérséklet, *Adina-Eliza Croitoru* (Babes-Bolyai Egyetem) pedig a csapadék hosszútávú változását elemezte Kolozsvár megfelelő időszori alapján. *Bondor Károly* (Nagyváradai Egyetem) a napenergiából előállítható váltóáram ipari felhasználásának lehetőségeiről szösz. *Bartók Blanka* (Babes-Bolyai Egyetem) előadásában a műholdas napsugárzás adatok felszíni mérések alapján történő verifikálását elemezte. *Costea Monica* (Nagyváradai Egyetem) a Nagyváradot környező dombvidék potenciális szélergiájának közelítő meghatározására kidolgozott módszert és ennek eredményeit ismertette. Végül *Bondor Károly* (Nagyváradai Egyetem) a gázturbinák maximális teljesítményének meghatározásával a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentésének egyik lehetőségére hívta fel a figyelmet.

A rendezvény a részben felújított 80 éves obszervatórium meglátogatásával zárult.

Az előadások megtalálhatók tanszékünk honlapján: <http://meteor.geo.klte.hu/>.

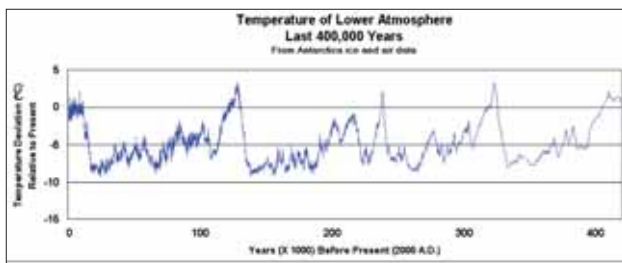
Tar Károly

# Meteorológiai megfigyelések az élhető jövőnkért

## Bevezetés

Nagy valószínűséggel kijelenthetjük, hogy Földünk éghajlatának változásai sokszor döntő mértékben befolyásolták az emberiség történetét. Természetesen ezen kijelentést szinte lehetetlen direkt módon igazolni, mivel egyrészt, az emberiség történelmének egy jelentős részére alig, vagy egyáltalán nincsenek megbízható régészeti leleteink, másrészt, a már birodalmak, államok keretei között fejlődő társadalmakra az éghajlati tényezők csak áttételesen fejtették, illetve fejtik ki hatásaikat.

Jelenlegi tudásunk szerint, az emberré válás folyamán kb. 100–300 ezer évvel ezelőtt kezdtek véglegessé válni az ember napjainkra jellemző legfontosabb külső és belső sajátosságai. Ha ezt az időszakot, tehát az elmúlt 100–300 ezer év jelenleg rendelkezésre álló hőmérsékleti adatsorát tekintjük, abban egyértelműen nyomon követhető a földi klíma változékonysága (1. ábra), az egymást követő glaciális és interglaciális időszakok. Az utolsó 100 ezer év esetében a jégkorszak hatásaként egyértelmű egy csökkenő hőmérsékleti tendencia, melynek eredményeképpen i.e. 20 000 körül a Föld egyik leghidegebb időszakát élte át. Habár a homo sapiens ebben az időszakban, tehát az utolsó 50–75 ezer évben, biológiai értelemben már alig különbözött a mai embertől, fejlődési pályája, az időszakban végbemenő igen fontos képességbeli változások ellenére, aránylag lassúnak tekinthető. Jellemzően elszigetelt közösségekben, hordákban, vándorló életmódot folytatott, vadászattal, halászattal, bogyók gyűjtögetésével fenntartva magát. Az említett életmód, a zorduló klímaviszonyok, illetve az ehhez társuló gyérülő táplálék források mellett az emberiség létszáma is csak lassú fejlődést mutatott. Természetesen a fenti kijelentések csak az ezt követő időszakok fejlődési ütemének tükrében értelmezhetők.



1. ábra: Az elmúlt 400 ezer év hőmérsékleti adatsora

Aztán kb. 18 ezer évvel ezelőtt hirtelen vége szakadt az utolsó jégkorszaknak, amely hatására gyors és nagyarányú, közel 10 fokos hőmérséklet emelkedés jelentkezett a Föld átlaghőmérsékletében, egy relatív stabil és meleg

klímát eredményezve bolygónk felszínén (1. ábra). Ezzel a folyamattal gyakorlatilag párhuzamosan az emberiség fejlődésében is egy olyan változás történt, amely kiinduló pontként tekinthető azon folyamat során, melynek eredményeképpen az emberiség elérte jelenkori technikai és civilizációs fejlettségi szintjét. Ezen kiinduló pont az ember letelepedése volt. A letelepedés hatására a nomád életmódot felváltotta a növénytermesztés és az állattenyésztés, létrejöttek azon első városok, államok, kultúrák, melyekhez kapcsolódóan már egyre növekvő számban állnak rendelkezésre régészeti leletek.

A kialakuló ősi államok, kultúrák esetében azok voltak a legsikeresebbek, melyek a társadalmi, és természeti erőforrásokat a leghatékosabban tudták használni, illetve megfelelően igazodtak a kialakuló geopolitikai erőviszonyokhoz. Ám kétségtelen, hogy a földi klíma kedvezőtlen változásai nagy népvándorlásokat indíthattak el, valamint az ősi államok és birodalmak esetén felerősíthették a fejlődéssel sokszor párhuzamosan jelentkező belső társadalmi feszültségeket, megbontva a kialakult külső erőviszonyokat, melyek birodalmak bukásához, illetve keletkezéséhez vezettek.

Az éghajlat változékonysága az élelmiszer biztonság és egyéb más tényezőkön keresztül egészen a közelmúltig nagymértékű függőséget eredményezett az emberek életében. Ez a helyzet napjainkra jelentősen módosult, mivel a technikai fejlődés eredményeképpen sokszor már eredményes válaszokat tudunk adni a természet szeszélyeinek kihívásaira. Talán nem kell bizonygatni, hogy ezen áldásokban a Föld nem minden lakója részesül egyformán, és a természet szeszélyei által okozott emberi szenvedéseknek még korunkban is nap, mint nap tanúni lehetünk.

Feltehetjük azt a furcsa kérdést, hogy például az ókori, vagy jelenkori civilizációink kiszolgáltatottabb-e a természet szeszélyeinek? A válasz nem biztos, hogy annyira egyértelmű, mint ahogy első látásra tűnik. Napjainkban, amikor emberek 10 milliói koncentrálnak igen kis területeken, mely területek esetenként természeti katasztrófák nagyfokú kockázatának vannak kitéve, és amikor az alapvető infrastruktúrák megfelelő működése az emberiség egy jelentős részénél életbevágó fontosságú, nos ezek után talán úgy fogalmazhatunk, hogy az Egyiptomi Középbirodalom bizonyosan kiszolgáltatottabb volt, de talán kevésbé volt érzékeny, mint jelenkori civilizációink. Természetesen ezen kijelentés erősen spekulatív és nem veszi figyelembe azt a tényt, hogy napjainkban is a Föld egyes területeinek és országainak technikai és civilizációs fejlettségi szintjében óriási különbségek tapasztalhatók.

<sup>1</sup> A 2008. évi Meteorológiai Világnapon elhangzott előadás



Egy dolgot azonban bizonyosan kijelenthetünk a régmúlt és napjaink civilizációinak összehasonlításakor, mégpedig azt, hogy napjainkra az ember olyan mértékben használja, illetve kihasználja a természet erőforrásait, hogy azon keresztül már beleszól a természet megszokott életébe, felgyorsíthatva a földi klíma számunkra kedvezőtlen változását.

Összefoglalva a bevezetőben elhangzottakat, egyértelmű, hogy az emberiség jövője, pontosabban fogalmazva jobb és emberhez méltó jövője érdekében egyre fontosabbá válnak azon igazodási stratégiák, melyek segítségével sikeres válaszok adhatók egyrészt, a természet szeszélyeinek kivédésére, másrészt, a természeti környezetünkben bekövetkező változásokra.

Ám a sikeres igazodási stratégia elképzelhetetlen anélkül, hogy tisztában lennénk környezetünk, azon belül légkörünk jelenlegi állapotával, illetve az ott végbemenő jövőbeni változásokkal. Ezt a gondolatot hangsúlyozza a WMO, amikor a 2008-as Meteorológiai Világnap alkalmával központi gondolatként az emberiség szebb jövőjének érdekében Földünk megfigyelését jelöli ki.

### **Globális és lokális megfigyelőrendszerek bolygónk megfigyelésére**

A bevezetőben az igazodási stratégiák esetében a légköri folyamatok két időskáláját emeltük ki. Amikor a természet szeszélyeiről beszéltünk akkor jellemzően a rövid időskálán lezajló, veszélyes időjárási eseményekre gondoltunk, míg a természeti környezetünkben bekövetkező változások a Föld éghajlatának hosszabb időszakra vonatkozó változásait jelentik. A Föld egy adott pontján lejátszódó rövid időskálájú, veszélyes időjárási események esetében is általában megállapítható, hogy azok időben és térben jóval nagyobb légköri képződmények hatásaként jelentkeznek, vagy másképpen fogalmazva az időjárási események nem ismernek országhatárokat. Amikor pedig Földünk klímájának hosszú távú változásait szemléljük, a térbeni és időbeni dimenziók tovább szélesednek. Egyértelmű tehát, hogy Földünk légkörének megfigyelésében egyfajta globális szemléletmódot kell követnünk, amit a WMO már megalakulása óta képvisel, és amely szervezet a nemzeti meteorológiai, illetve hidrometeorológiai szolgálatokkal együttműködve úttörő szerepet töltött be a globális megfigyelőrendszerek kiépítésében és működtetésében.

Ebben az együttműködésben a tagországok lehetőségeik szerint létrehozzák és működtetik saját mérőrendszereiket, mely rendszerek által szolgáltatott mérési eredmények egy jelentős részét a tagországok számára elérhetővé teszik, míg a WMO feladata a tagországok közötti adat és információ cseréhez kapcsolódó szervező, harmonizáló, kezdeményező szerepkör. A tagországok mérési adataira épülve az adatfeldolgozó központok aztán olyan szolgáltatásokat juttatnak vissza az együttműködő tagországoknak, melyek minőségi változást jelentenek a kiindulási adatokhoz képest.

Ezen együttműködés keretein belül működő legrégebbi és legismertebb mérőhálózat a GOS (Global Observing System). A föld-légkör rendszer, térbeli és időbeli dimenzióit, valamint állapotjelzőit tekintve igen bonyolult rendszer, így nem meglepő a GOS-hoz tartozó mérőrendszerek sokszínűsége (2. ábra).

A legfontosabb mérőrendszerek a következők:

- Földfelszíni megfigyelő rendszerek;
- Légköri megfigyelő rendszerek;
- Műholdas mérőrendszerek;
- Levegőkémiai mérőrendszerek;
- Óceáni megfigyelő rendszerek
- Klímahálózatok



2. ábra: A GOS (Global Observing System) mérőrendszerei

### **Földfelszíni megfigyelő rendszerek**

A földfelszíni megfigyelő rendszerek a leghosszabb múlttal rendelkeznek az említettek közül. A mérési programjuk általában az alapvető földfelszíni meteorológiai paramétereket, tehát a léghőmérsékletet, légnedvességet, légnyomást, szélességet és irányt, valamint a csapadék mennyiségét tartalmazza, melyek sok esetben vizuális megfigyelésekkel is kiegészülnek. A földfelszíni mérőhálózatokból származnak azok a hosszú, esetenként évszázadnál hosszabb mérési sorok, melyek felvilágosítást adnak a legalapvetőbb meteorológiai paraméterek, például a léghőmérséklet és csapadékmennyiség évtizedekre visszanyúló változásairól. A földfelszíni megfigyelő hálózatok mérési programja gyakran kiegészül agrometeorológiai, hidrológiai, levegőkémiai, illetve légkörfizikai mérésekkel. A Földön mintegy 10 000 ilyen mérőállomás működik melyek általában óránként, vagy háromóránként végeznek méréseket. Ezek közül mintegy 4 000 mérőállomás az, amely a GOS mérőrendszeréhez tartozik.

A földfelszíni mérőrendszerekben az utóbbi évtizedekben egyre inkább az automatizált mérőrendszerek működése dominál, általában jóval részletesebb adatsorokat szolgáltatva a felhasználók számára.

Mivel a mérőállomások adatainak egy jelentős része bekerül a nemzetközi adatforgalomba, az adatok egységes

kezelhetősége alapvető fontosságú. Ennek érdekében a WMO a múltban és a jelenben is egyre növekvő erőfeszítéseket tesz az adatok módszertani és méréspon-tossági szempontból történő egységes értelmezhetősége érdekében, ajánlások összeállításával, nemzetközi etalonok fenntartásával, műszer összehasonlítások és szak-mai konferenciák rendezésével.

Mintogy a Föld felszínének jelentős részét víz borítja, a szárazföldi mérések mellett alapvető fontosságúak azon felszíni mérések, melyeket hajókon, fúrótornyokon, kötött és úszóbójákön végeznek az óceánok vízfelszínének és az afeletti légrétegek állapotának nyomon követésére.

A mérőrendszerek egyértelműen más kategóriája, ám általában mégis a földfelszíni mérőrendszerek közé soroljuk az időjárási radarokat, melyek a csapadék inten-zitására és területi eloszlására adnak felvilágosítást. Szerepük a jövőben a maihoz képest is szinte bizonyosan nő, mivel egyrészt, a folyamatos módszertani fejlesztések eredményeképpen már egyre megbízhatóbb mennyiségi csapadékbecslésre alkalmasak, másrészt, az időjárási radarok pontos képet adnak a veszélyes időjárási jelen-ségek (heves zivatarok, trópusi ciklonok, tornádók) mozgásáról, fejlődéséről.

### A légkör állapotát megfigyelő rendszerek

A légkörben zajló folyamatok megértéséhez nélkülözhe-tetlen a legfontosabb fizikai állapotjelzők vertikális elosz-lásának ismerete, melynek egyik legfontosabb felhasz-nálási területe az előrejelzési modellek.

A légkör állapotának vertikális eloszlását legtöbbször rádiószondás mérésekkel határozzuk meg, mely mérések alapvetően a léghőmérsékletre, légnedvességre, légnyo-másra, szélességre és szélirányra vonatkoznak. Napjainkban mintegy 900 helyen végeznek rádiószondás méréseket általában napi két alkalommal több 10 km magasságig meghatározva az említett paraméterek verti-kális eloszlását. A rádiószondák mérési programja a korábban említettekén túl gyakran kiegészül speciális mérésekkel, mint például az ozon, vagy a légköri radioak-tivitás mérése.

A rádiószondás mérőállomások területi eloszlása igen egyenetlen, így sajnos a Föld óriási területeiről ilyen infor-mációk nem állnak rendelkezésre. Ezen segítenek nap-jainkban azon speciális repülőgépes mérések, melyek során főleg az utasszállító repülő-k fedélzeti berendezései szolgáltatják a légkör adott magasságának léghőmérséklet és légnyomás adatait, szélviszonyait. Ezen mérési adatok szinte késleltetés nélkül bekerülnek a nagy adatközpon-tokba, ahol feldolgozva és értékelve azokat, nagyban hoz-zájárulnak a légköri képződmények mozgásának, fejlődésének előrejelzéséhez.

Érdekességképpen említjük meg az időjárási robotre-pülőket, ejtőszondákat, melyek főleg a veszélyes időjárási képződményekről szolgáltatnak pótolhatatlan infor-mációkat.

A profil mérések egy teljesen más kategóriáját jelentik a napjainkban egyre inkább terjedő windprofilerek, me-lyek távérzékeléssel, elektromágneses hullámok kibocsá-tásával határozzák meg a léghőmérséklet, illetve a szél-viszonyok függőleges eloszlását.

### Műholdas megfigyelő rendszerek



3. ábra: A GOS műholdas megfigyelő rendszere

A GOS műholdas megfigyelő rendszerét napjainkban 16 operatív és egyéb feladatot ellátó műhold alkotja, melyek részben kvázipoláris, részben geoszinkron műholdak (3. ábra).

A műholdas mérések gyakorlatilag bolygónk teljes felszínének állapotáról képesek folytonos információt szolgáltatni. Különösen fontosak ezek az információk a Föld nagyterjedésű lakatlan területeire vonatkozóan, mint az óceánfelszínnek, sivatagok, kiterjedt erdőségek, pólusok. A WMO fontos szervező szerepet tölt be annak érdekében, hogy a műholdas mérések lehetőleg egyenletes fedettséget biztosítsanak bolygónk felszínén.

Néhány példa a műholdak által szolgáltatott legfon-tosabb információkról:

- Felhőborítottság meghatározása a látható és infra tar-tományban végzett mérésekből;
- Légkör vízgőztartalmának meghatározása;
- Szélmezők, hőmérséklet és nedvesség profilok;
- Légkör kémiai összetevőinek profilmérései;
- Egyéb geofizikai mérések (pl. napállandó);
- Talajfelszín állapotának, növényborítottság változásá-nak globális léptékű követése;
- Globális szintű felhőzet borítottság, légköri aeroszol tartalom;
- Óceán és földfelszín, sztratoszféra hőmérséklet;
- Föld hosszuhullámú egyenlegének meghatározása.

### A légkör kémiai összetételét elemző mérőrendszerek

A légkör kémiai összetétele természetes okok követke-zésében is számottevően változhat, ám főleg az Ipari Forra-dalom óta az emberi tevékenység is ezen változás elő-idezőjévé vált.

A légkör kémiai összetétele két alapvető szempontból is érdekes számunkra, egyrészt, a tiszta levegő alapvető életfeltétel az ember számára, másrészt a légkör kémiai összetétele direkt módon befolyásolja Földünk klímáját.

Ezen mérőrendszerek által végzett legfontosabb mérési feladatok:

➤ Üvegházhatású gázok a szén-dioxid, metán, nitrogén-oxidok, illetve a vízgőz direkt módon befolyásolják földünk klímáját, annak minden nemkívánatos hatásával együtt (légkör melege, csapadékviszonyok változása, rendkívüli időjárási események gyakoriságának növekedése);

➤ A légkörben található természetes és mesterséges aeroszok, egyrészt, a napsugárzásra gyakorolt hatásuk miatt, másrészt azért, mert kémiai és felhőfizikai folyamatokon keresztül ugyancsak klímamódosító hatással bírnak;

➤ Egészségkárosító és az ózonszökkenésben is szerepet játszó halokarbonok, bróm, klór, reakcióképes gázok (kén-dioxid, szén-monoxid, nitrogén-oxidok) koncentrációjának mérése;

➤ Kimondottan az emberi egészségre ártalmas természetes (pl. pollen, por) és mesterséges eredetű összetevők (fosszilis égéstermékek, füst, korom, kén-dioxid, különböző ipari technológiákból, közlekedésből származó szennyező anyagok) mennyiségének meghatározása;

➤ A sztratoszférikus ózon mennyiségének változását követő mérések.

Az igen szerteágazó mérési feladatokhoz a mérőrendszerek sokszínűsége tartozik: felszíni levegő analízátorok és mintavevők, spektroszkópiai úton működő berendezések, profilmérő berendezések, műholdak.

A légkör kémiai összetételének megállapítása érdekében végzett mérések nemzetközi összehangolásában kiemelkedő szerepe van a WMO által koordinált GAW-nak (Global Atmosphere Watch).

### **Klímahálózatok**

Ahhoz, hogy a földi klíma változását egyértelműen nyomon követhessük, megbízható és hosszú mérési adatsorok szükségesek az óceánok felszíni és mélyebb vizeiben, a jégmezők és szárazföldek állapotában, valamint a légkör fizikai jellemzőiben és kémiai összetételében történő változásokról. És ne feledkezzünk el a legalapvetőbb információról, vagyis a Naptól érkező sugárzási energiáról.

Nyilvánvaló, hogy ilyen összetett feladat esetén nem lehet egyetlen "üdvözítő" globális klímahálózatról beszélni, a megoldás inkább a korábban említett mérőrendszerek mérési eredményeinek ezen szempont szerinti összerendezése (a korábbi megfigyelőrendszerek esetében szinte minden esetben találtunk utalást a mérések klíma vonatkozásaira). Mondhatjuk, hogy a szárazföldi és óceáni, légköri és műholdas megfigyelőrendszerek működésének egyik kicsúcsosodása, amikor eredményeik egy adott szempont szerinti egységes értelmezése minőségi változást eredményez.

### **Az Országos Meteorológiai Szolgálat megfigyelő rendszerei**

Ahogy korábban láttuk, a GOS megfigyelőrendszere lokális megfigyelő rendszerekből épül fel, amihez a magyar nemzeti szolgálat is lehetőségeihez képest hozzájárul.

Az OMSZ által működtetett főbb megfigyelőrendszerek a következők:

- 565 hagyományos csapadékmérő állomás;
- 101 automata szinoptikus és klíma állomás, 9 hagyományos klímaállomás;
- 3 időjárási radar;
- 2 rádiószondázó állomás (Bp. napi kétszeri, Szeged napi egyszeri felszállás);
- 2 windprofiler;
- 5 mérőállomásból álló villámlokalizációs hálózat;
- Levegőkémiai és légkörfizikai mérőhálózat (felszíni ózon, kén-dioxid, sztratoszférikus ózon, légköri radioaktivitás).

Az OMSZ mérőhálózatában két olyan fejlesztés zajlik, melyek Magyarországot tekintve az időjárási és klímaváltozáshoz kapcsolható kockázatok csökkentésével a szebb jövőnket szolgálhatják.

Az **egyik**, az automata felszíni mérőhálózat adattovábbítási rendszerében történt fejlesztés, melynek eredményeképpen a korábbi jellemzően betárcsázós telefon modemeket GPRS alapú adatátvitelre cseréltük. Ennek eredményeképpen a korábbi decentralizált adatgyűjtési szisztéma centrálissá vált az óránkénti, illetve 3 óránkénti adattovábbítás pedig 10 percre csökkent, ami gyakorlatilag a mérőállomások adatainak real-time elérhetőségét jelenti.

A **másik** fejlesztés az OMSZ földfelszíni megfigyelő hálózatához szorosan kapcsolódó mérőhálózat létrehozása, melynek célja a globális klímaváltozás Magyarország éghajlatára gyakorolt hatásának a jelen helyzettől kiinduló, pontos és megbízható mérési programmal történő nyomon követése. Az OMSZ meglévő felszíni mérőhálózata természetesen alapvető fontosságú az említett kérdés tisztázása érdekében, ám ez a hálózat igen sokcélú, míg az új mérőhálózat kizárólag klímaszempontokat tart szem előtt. A mérőhálózat létrehozását a Jedlik Ányos pályázat támogatja.

A mérőhálózat a tervek szerint 4 mérőállomásból épül fel, melyek közül egy mérőállomás a többihez képest részletesebb, bővebb mérési programmal rendelkezik. A 4 mérőállomás mérési programja jellemzően a talaj közeli légrétegekben (max. 10 m), illetve a talaj, felszín közeli rétegeiben játszódó folyamatokat vizsgálja. A 4 mérőállomás kiegészül a kékestetői mérőállomás napsugárzás mérési programjának bővítésével, a légkör átbocsátó képességének nyomon követése érdekében.

A mérőhálózat létrehozása több szempontból is újszerű, amely megmutatkozik a mérőállomások helyszínének



kiválasztása, a mérési program meghatározása, illetve az alapvető paraméterekhez kapcsolódó, a mérési pontosság növelését célzó módszertani vizsgálatokban.

*Prioritások a mérési program összeállításánál:*

- Alapvető klíma paraméterek (léghőmérséklet, csapadék) hosszú távú változásának lehető legpontosabb (méréstechnika) és legmegbízhatóbb (módszertan) meghatározása.
- Egyértelmű igény a hagyományos 2 m-es magasság feletti mérésekre - mérőtorony - gradiens mérések.
- A felszín energia egyenlegének meghatározása – légnedvesség és szélesség gradiens, sugárzási egyenleg (kiemelt paraméter a légkör hosszuhullámú visszasugárzása) talajhőmérséklet, talajnedvesség – lehetőség szerint a jelenlegi gyakorlatnál nagyobb mélységekben, hóáram.
- Korrekt energia egyenlegmérések – Eddy korreláció, szónikus anemométer, vízgőz, szén-dioxid koncentráció mérések.

### A mérőhálózat létrehozásának lépései

2006: Módszertani előkészítő vizsgálatok

- A hőmérsékletmérésekhez kapcsolódó vizsgálatok

A léghőmérséklet mérések megbízhatóságát alapvetően befolyásolja a szenzorok elhelyezésére szolgáló árnyékoló szerkezetek felépítése, melyek kedvezőtlen esetben akár nagyságrendileg is nagyobb hibát okozhatnak, mint maguk a mérőszensorok. A különböző árnyékolók összehasonlító vizsgálatára az OMSZ Marczell György Főobszervatóriumában módszertani mérőkeretet alakítottunk ki (1. kép), ahol alapvetően az alábbi kérdéseket vizsgáltuk:

- Referencia kérdése;
- Különböző felépítésű hőmérő árnyékolók által okozott hiba;
- A mérési pontosság növelésére vonatkozó fejlesztések.

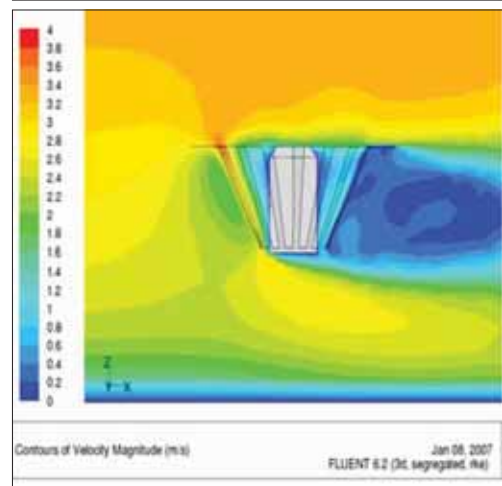
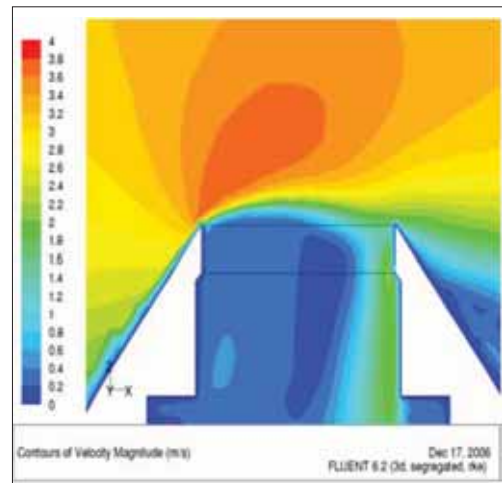


1. kép: Az OMSZ Marczell György Főobszervatóriumában kialakított módszertani mérőkeret

- A csapadékmérésekhez kapcsolódó vizsgálatok

A léghőmérséklet mellett a csapadék a másik paraméter, melynek hosszú távú, megbízható mérése alapvető fontosságú. Sajnos a csapadékmérések esetében főleg hó csapadék esetében a mérési körülmények esetenként több tízszázalékos hibát okoznak a mennyiség meghatározásában. Ezen tényezők közül egyértelműen a szél a legdominánsabb, amely hatás főleg hó esetén jelentkezik. Magyarország klímaviszonyai mellett sajnos a téli hó csapadék mennyisége igen nagy ingadozást mutat, ami esetenként a teljes hiányt is jelentheti. Ilyen viszonyok mellett a szabadtéri vizsgálatok igen bizonytalan kimenetelűek és ezért döntöttünk a probléma, modellezéssel történő vizsgálat mellett, melyet a BME Áramlástan Tanszékén FLUENT 6.2 modell segítségével végeztünk el.

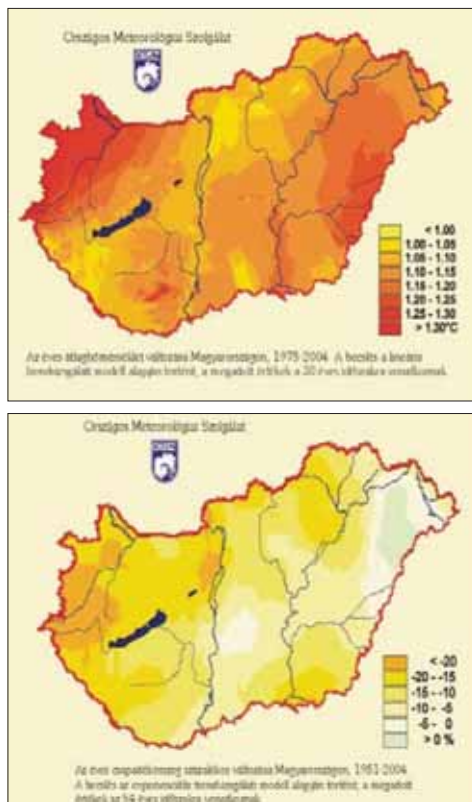
A modell segítségével különböző geometriai felépítésű csapadékmérőket, illetve szélárnyékoló berendezéseket vizsgáltunk hó és eső csapadék esetén egyaránt. A 4. ábrán egy automata csapadékmérő, illetve ugyanazon eszköz szélárnyékoló berendezéssel kiegészített változatának áramlasmódosító hatását láthatjuk.



4. ábra: A csapadékmérők áramlás módosító hatása (BME Áramlástan Tanszékén FLUENT 6.2 modell futtatás eredményei)



• Méréshelyek kiválasztása



5. ábra: Magyarország hőmérséklet és csapadékviszonyainak változásai az elmúlt évtizedekben

Magyarország hőmérsékleti és csapadékviszonyainak az elmúlt évtizedekben bekövetkezett változásait bemutató két ábra (5. ábra) egyértelműen igazolja, hogy az ország nyugati és keleti részén mentek végbe a legerősebb változások a hőmérséklet és csapadékviszonyok tekintetében.

Míg az ország nyugati részén az erőteljes melegedés a csapadék mennyiségének csökkenését vonta maga után, addig a keleti régióban a melegedést csapadékcsökkenés nem kísérte.

Ezek alapján egyértelmű, hogy a négy mérőállomás közül egy az ország nyugati, míg egy az ország keleti részébe kell, hogy kerüljön. A másik kettőt terveink szerint az Alföld középső részére, illetve elhelyezkedésének sajátossága miatt a Bükk-fennsíkra telepítjük.

Az előzőek alapján 2007 évben az első mérőállomás telepítésére Debrecenben az Agrártudományi Egyetem Kismacsi Agrometeorológiai Observatóriumában került sor, mely mérőállomás a négy mérőállomás közül bővített mérési programmal rendelkezik.

2007: A debreceni bővített mérési programmal működő mérőállomás telepítése és a kékestetői mérőállomás napsugárzási mérési programjának bővítése

A debreceni mérőállomás mérési programja alapvetően az ún. Eddy-korrelációs technikán alapuló fluxus számítá-

sok tekintetében különbözik a többi mérőállomás mérési programjától (2. kép). Ennek segítségével lehetőség nyílik a felszín teljes energia egyenlegében szereplő szenzibilis, illetve latens hő áramok pontos meghatározására. Ezen mérések az operatív jelleg mellett kutatási célokat is szolgálnak. A mérőállomáson ezen kívül meghatározásra kerül a felszín energia egyenlegének többi főbb komponense úgymint, a napsugárzási egyenleg, illetve a talajban tárolódó hőmennyiség (3.-4. kép). A debreceni mérőállomáson a mérési programnak a többi három mérőállomáshoz történő kompatibilitását a 10 méteres mérőtorony biztosítja. (5. kép) Az említett kutatási témák egyike az Eddy-korrelációs technikával, illetve a mérőtorony mérésein alapuló ún. gradiens módszerrel meghatározott szenzibilis és latens hő áramok összehasonlítása.



2. kép: A latens és szenzibilis hő áramok meghatározására szolgáló mérőrendszer



3. kép: A sugárzási egyenleg meghatározására szolgáló mérőrendszer



4. kép: Mérőszensorok a talajnedvesség, talajhőáram és talajhőmérséklet mérésére

A kékestetői mérőállomásunk napsugárzási mérési programjának bővítése alapvetően az 1000 méter feletti „zavartalan” légrétegek napsugárzás átbocsátó képességének hosszú távú detektálását célozza. A bővítés után a mérési program az alábbiak szerint alakul:

- Aeroszol mennyiségének meghatározása 4 standard hullámhosszon;
- Direkt, diffúz és globál napsugárzás mérése;
- Égbolt hosszúhullámú sugárzásának mérése.

Mivel az említett mérési paramétereket a budapesti napsugárzási mérőállomás mérési programja is tartalmazza, így a két mérőállomás mérési eredményeinek összehasonlításával képet kaphatunk az alsóbb, az emberi tevékenység által erősebben érintett légrétegek optikai átbocsátó képességében történő változásokról.



5. kép: 10 méteres mérőtorony a léghőmérséklet, légnedvesség és szélesség gradienseinek meghatározására

2008: A mérőhálózat három standard mérési programmal működő mérőállomásának telepítése.

Az idei évben telepítendő mérőállomások mérési programját és kiépítését a 3.-5. képen követhetjük nyomon.

Nagy Zoltán

### Sir Brian Hoskins az új, brit klímakutató intézet élén

Önálló éghajlatkutató intézetet hozott létre 2007. februárjában a világ öt legjobb egyeteme között számotartott, londoni Imperial College. A Grantham Institute for Climate Change működését a bostoni multimilliomos házaspár, a környezetvédelem területén aktívan tevékenykedő Jeremy és Hannelore Grantham által vezetett Grantham Környezetvédelmi Alapítvány teszi lehetővé. Az alapításkor kiadott küldetésnyilatkozat szerint az intézet négy multidiszciplináris kutatási területtel foglalkozik. Ezek a következők: a Föld bolygó rendszereinek vizsgálata, a sebezhető ökológiai rendszerek és a társadalmi jólét összefüggései, a fenntartható fejlődés jövőképe, valamint kockázatok, szélsőségek és visszafordíthatatlan változások kutatása.

Az intézet vezetésére 2008. januárjában Brian Hoskins professzor, a Readingi Egyetem kutatója kapott megbízást, akit Olvasóink is ismerhetnek abból az interjúból, amit Horváth F. Ákos meteorológus hallgató készített vele folyóiratunknak, és ami 1995. évi 2. számunkban jelent meg.

Kutatóként leggyakrabban a potenciális örvényességgel és a vertikális mozgások vizsgálatával kapcsolatos eredményeit emlegetik, de emellett évek óta foglalkozik az éghajlatváltozás kérdéseivel is. Szakmai lektora és társszerzője az IPCC Negyedik értékelő jelentésében a 3. fejezetnek.

A Grantham Éghajlatváltozási Intézet kutatási profiljába eső kérdéseket a világ valamennyi országában vizsgálják, ezért az új intézmény munkatársainak tevékenységéről minden bizonnyal gyakran fogunk hallani.

Gyuró György

## KISLEXIKON

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

### komplex mutató

*Bonta I. és Hirsch T.: Hidegpárna: a helyzet változatlan*

A hőmérséklet, a szél, a felhőzet és a csapadék előrejelzésének százalékos bevalásából készített súlyozott átlag. A súlytényezőket az OMSZ előrejelzéseinek leggyakoribb felhasználási területei alapján határozták meg az Időjárás Előrejelző Osztály munkatársai.

### autokorreláció

*Domonkos P.: Homogenizáló módszerek...*

Annak mértéke, milyen erős lineáris kapcsolat (egyenes arányosság) van egy statisztikai változó és annak korábbi értékei között.

Összeállította: Gyuró György

## HIDEGPÁRNA: A HELYZET VÁLTOZATLAN

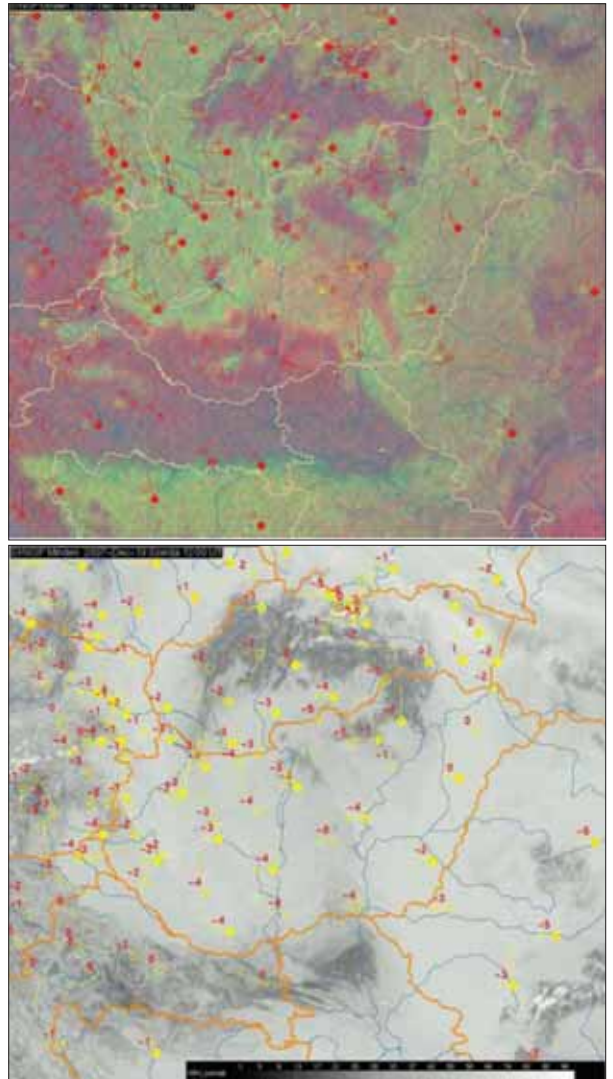
Az elmúlt évekhez hasonlóan 2007-ben is az inverziós helyzetek jelentették az egyik legnagyobb problémát az előrejelzési modellek számára, amelyek ilyen helyzetekben jelentősen alábecsülik az alacsonyszintű felhőzetet, s ennek következtében alábecsülik a minimum, és fölébecsülik a maximum hőmérsékletet. Mindez annak ellenére történt, hogy mind az ECMWF, mind az ALADIN modell esetében a fejlesztők évek óta jelentős erőfeszítéseket tesznek a modell javítása érdekében. Az ECMWF-nél például a 2005-ben végrehajtott új fejlesztés éppen ezt a problémát volt hivatott kiküszöbölni (*Martin Köhler, ECMWF Newsletter No. 104–Summer 2005*). Az inverziós helyzetek kezelését illetően azonban jelentős javulásról a 2007-es előrejelzések alapján sem lehet beszámolni. Jó hír ugyanakkor, hogy az ALADIN modell a korábbiakhoz képest mindenképpen jobb ezekben a situációkban, és az ECMWF modellnél is lehetett olyan napokat találni, amikor a modell az átlagosnál lényegesen jobban kezelte ezeket a helyzeteket.

### Tartós inverziós helyzet 2007. december második felében

Novemberben és december elején még úgy látszott, hogy a modellek ebben az évben a korábbiaknál jobban kezelik az inverziós helyzeteket. Az ECMWF modell néhány esetben különösen sikeres volt ilyen szempontból, így például november 21-én, amikor a modell az előrejelzésében területileg is pontosan tudta azonosítani az inverziós területeket. Sajnos a fenti eset nem bizonyult tipikusnak, december második felében egy sokkal stabilabb, és egyértelműbb inverziós helyzetben az ECMWF modell napokig (közel két hétig) jelentősen alábecsülte az inverzió hatását, miközben a 2004. decemberi helyzethez hasonlóan a szinoptikusok jelentősen javítani tudtak a modellek eredményein. Meglepő módon ezekben a napokban az ALADIN modell, amely az elmúlt években még az ECMWF modellnél is rosszabbul kezelte az inverziót, jobbnak mutatkozott.

A hosszantartó inverziós időszak december 19-én kezdődött. Előrejelzésénél különös nehézséget okozott, hogy az anticiklon közepe ekkor még tőlünk északnyugatra volt, és a talaj közeli légrétegeket nem számítva még viszonylag erőteljes északi, északnyugati áramlás uralkodott. A hidegpárna hirtelen kialakulása mellett szólt, hogy északi, északnyugati áramlással az itt lévő, a felszín közelében megrekedt hideg levegő fölé az éjszakai óráktól a magasban 5-6 fokkal melegebb levegő érkezett. Az erős inverziós rétegződéshez hozzájárult, hogy éjszaka a derült ég alatt a talaj közelében erősen lehűlt a levegő, különösen az ország déli felén, ahol jelentős hótakaró is volt. Kecskeméten például -15 fokot mértek. Mivel hajnalban mindenütt leállt a szél, és a magasban erőteljes

melegadvekciónak kezdődött, egyre többfelé képződött sűrű zúzmárás köd, miközben a Tátrát megkerülve északnyugat és északkelet felől a korábbi napokban Lengyelország felett képződött alacsonyszintű felhőzet advektálódott a Kárpát-medence térségébe (*1. ábra*). A beáramló és fokozatosan terjeszkedő stratus felhőzet illetve a középső ország részben napközben is megmaradó köd „összeolvadása” következtében a 12 UTC-s műholdkép szerint a déli órákra gyakorlatilag az egész országot összefüggő alacsonyszintű felhőtakaró borította be.

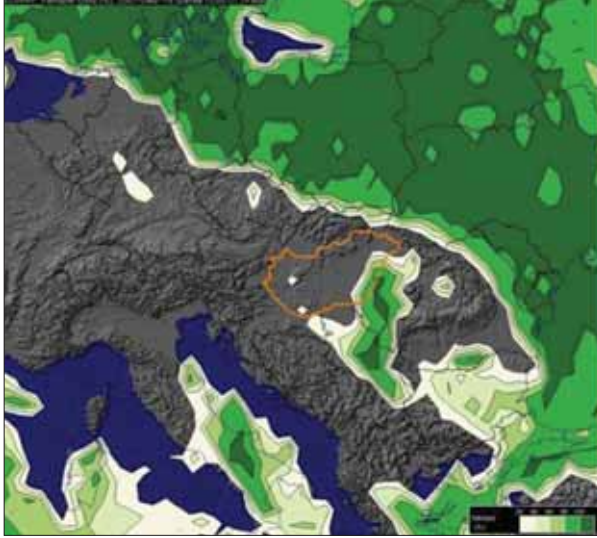


1. ábra: MSG éjszakai, 06 UTC-s (fent) és nappali (lent), 12 UTC-s műholdképe 2007. december 19-én: a világos területeken alacsonyszintű felhőzet, illetve köd van

A szinoptikus az előző napon adott prognózisában számolt azzal, hogy éjszaka a derült, szélcsendes időjárás következtében többfelé képződik köd, majd napközben a köd egy része megmarad, illetve többfelé inverziós felhőzet is létrejön. Emiatt a modellekkel



ellentétben, amelyek lényegében derült időt adtak, napokra is (ld. a 2. ábrát) változóan felhős, többfelé tartósan ködös időt prognosztizált. A több felhőre és ködre tekintettel átlagosan 1–3 fokkal hidegebbet adott, mint a modellek.

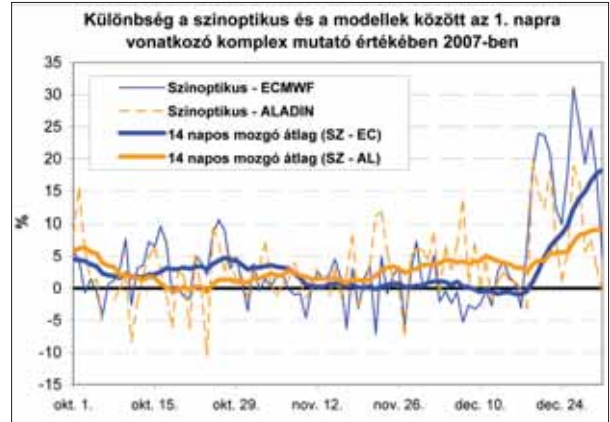


2. ábra: Az ECMWF modell összfelhőzet előrejelzése 2007. december 19-re.

A modell többnyire derült időt jelzett előre,  $-2$ ,  $+3$  fokos hőmérséklettel, miközben a valóságban túlnyomóan borult, sokfelé ködös idő volt, és általában csak  $0$ ,  $-6$  fokot mértek. A modell futtatásának időpontja december 18. 00 UTC

A komplex mutatót\* tekintve, bár a szinoptikus több, mint 6%-kal jobb előrejelzést adott, mint az ECMWF modell, mégsem tekinthető sikeresnek ez a prognózis. Felhőzet esetében a változóan felhős helyett jobb lett volna a többnyire erősen felhős megfogalmazást adni, maximumhőmérséklet esetében pedig a prognosztizált  $-1$ ,  $+4$  fok helyett, a  $0$ ,  $-5$  fokos intervallum állt volna közelebb a valósághoz. A továbbiakban a hidegpárnás helyzet még hosszú ideig fennmaradt, de ekkor már a szinoptikusok viszonylag könnyű helyzetben voltak. Kiismerve a modellek hibáit, és alkalmazva a korábbi tapasztalatokat, napokig közel megmaradási prognózist adtak, és ezzel az ALADIN-t 10–20, az ECMWF előrejelzéseket pedig 20–30%-kal is javítani tudták (3. ábra). Megfigyelhető, hogy az ECMWF-hez képesti javítás mértéke november közepétől 2-hetes átlagban már az 1%-ot sem érte el, a hidegpárna kialakulása előtt közvetlenül pedig már kis negatív értékeket láthatunk, azaz ebben az időszakban az előrejelző átlagosan kismértékben már rontott a modell előrejelzéseken. Valószínűsíthető, hogy ekkor a szinoptikus már egyre inkább a hidegpárna kialakulásával számolt, ezért gyakran a modellekhez képest több felhőt és kisebb napi hőingást jelzett, de a hidegpárna valójában csak december 19-én jött létre.

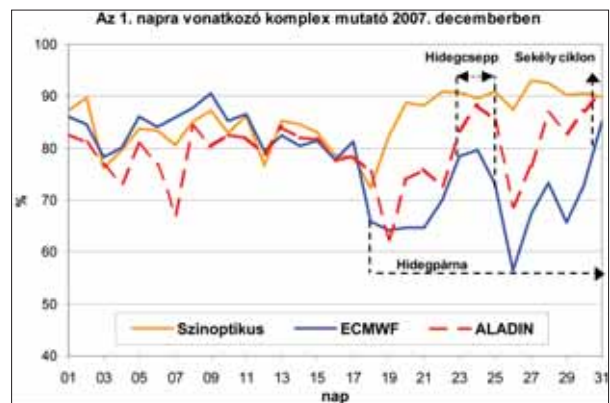
A 4. ábrán részletesen is áttekinthetjük a hidegpárnás, illetve az azt megelőző időszakot a rövidtávú előre-



3. ábra: Az 1. napra vonatkozó komplex mérőszám napi eltérése 2007. október 1. és december 31. között a szinoptikus és az ECMWF, illetve a szinoptikus és az ALADIN között, valamint a görbékre illesztett 14-napos mozgó átlag

jelzések beválása szempontjából (az ábrán az előrejelzés elkészültének napja szerepel dátumként, tehát pl. dec. 18-nál a dec. 19-re szóló prognózis összteljesítménye látható). A hidegpárna kialakulását megelőző napokban az előrejelzések beválása általában, többnyire még az ALADIN esetében is 80 és 90% között mozgott. A hidegpárna gyors, gyakorlatilag az egyik napról a másikra történő létrejötte a modell előrejelzések beválásának szignifikáns csökkenését hozta, míg a szinoptikus teljesítménye sokkal kisebb mértékben és csak átmenetileg csökkent, majd az ezt követő napokban végig 90% körül mozgott.

Kiemelendő, hogy az ALADIN a hidegpárnás időszak folyamán – egyetlen nap kivételével – végig jobban teljesített az ECMWF-nél. Ugyancsak világosan látható az ábra alapján, hogy a modell előrejelzések beválása Karácsony környékén, illetve az év legvégén sokkal jobb volt, pedig a hidegpárna ekkor is fennállt. Az előbbi esetben a Kárpát-medencét kitöltő hidegpárna fölé észak felől a magasabb szinteken egy hidegcsepp helyeződött, míg az utóbbinál északnyugat felől egy sekély ciklon érte el térségünket. Mindkét esetben az itt



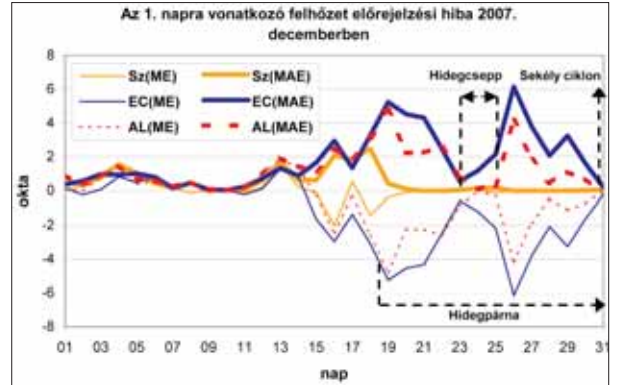
4. ábra: Az 1. napra számított komplex mérőszám 2007. december 1. és 31. között naponként a szinoptikusra, ECMWF-re és az ALADIN-ra vonatkozóan



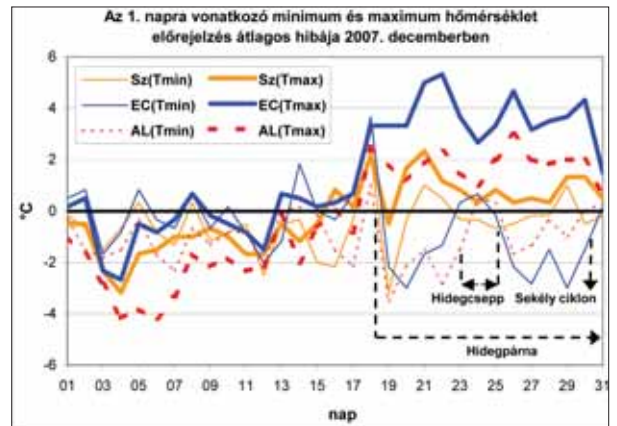
lévő alacsony szintű felhőzet fölött közép- és magas szinten is sok felhő keletkezett, amit a modellek már meglehetősen jól tudtak előre jelezni, míg a hidegpárnához kapcsolódó alacsony szintű felhőzetet továbbra sem adták. Az összfelhőzetet így módon az említett két időszakban sokkal jobban jelezték előre, és ez jelentősen növelte a komplex mutató értékét.

Az említetteket az 5. ábra is alátámasztja, melyen az első napra vonatkozó összfelhőzet előrejelzések átlagos és átlagos abszolút hibái láthatóak 2007. decemberre. A hónap első 10–12 napján a szinoptikus és a modellek felhőzet előrejelzés bevétele között alig mutatható ki különbség, kismértékű, többnyire 1 okta alatti felülbecslést figyelhetünk meg. A hónap közepén átlagosan 1–2 oktára nőtt az abszolút hiba, és a hidegpárnát közvetlenül megelőző napokban a korábbi felülbecslést már egyre inkább alulbecslés váltotta fel. A hidegpárna létrejöttkor a szinoptikus is kismértékben alulbecsülte a felhőzet mennyiségét, az ezt követő napokban viszont év végéig „hibátlan” prognózist készített, míg a modellek alulbecslése országos átlagban gyakran elérte a 4–6 oktát. Az említett hidegcsepphez illetve a sekély ciklonhoz köthető közép- és magasszintű felhőzetet a modellek is előre tudták jelezni, így ekkor jelentősen, 0–1 oktáig csökkent a hibájuk. A hidegcsepp és a sekély ciklon közötti időszakban viszont, amikor ismét csupán alacsony szintű felhőzet volt tapasztalható, a modellek felhőzet alábecslése drasztikusan megnőtt.

Jellegzetes képet mutat a hőmérséklet előrejelzések átlagos hibája is (6. ábra). A hónap első felében mind a minimum, mind a maximum hőmérséklet esetén általában kismértékű alábecslés, az ALADIN-nál a maximum hőmérséklet esetén olykor nagyobb alábecslés volt tapasztalható. A hidegpárna kialakulásának napján ez hirtelen felülbecslésbe váltott, azaz ekkor mind a szinoptikus, mind a modellek magasabb értékeket jeleztek előre a minimum és a maximum hőmérsékletre is. Ezt követően a szinoptikus hibája, bár lassabban, mint a felhőzet esetén, de beállt a 0 körüli értékre, míg a modellek országos átlagban 2–3 °C-kal alulbecsülték az éjszakai legalacsonyabb hőmérsékletet, és 2–5 °C-kal felülbecsülték a nappali legmagasabb hőmérsékletet, azaz a zárt alacsony szintű felhőzet hiánya miatt a valósnál jelentősen nagyobbra jelezték a napi hőingást. A maximum hőmérséklet felülbecslése esetén az ECMWF hibája gyakran körülbelül kétszerese volt az ALADIN-énak. A hidegcsepp fölének helyeződése hatására átmenetileg mindkét modell minimum hőmérséklet alábecslése rövid időre gyenge felülbecslésbe váltott. Az év legvégén, amikor az országot sekély ciklon érte le, a modellek minimum és maximum hőmérséklet előrejelzésének hibája is jelentősen csökkent. Összességében tehát megállapítható, hogy a modellek bevétele akkor volt a leggyengébb, amikor egyértelműen tisztán a Kárpát-medencét kitöltő hidegpárna határozta meg hazánk időjárását.



5. ábra: Az összfelhőzet előrejelzés átlagos (ME) és átlagos abszolút hibája (MAE) az 1. napra 2007. december 1. és 31. között naponként a szinoptikusra (Sz), ECMWF-re (EC) és az ALADIN-ra (AL) vonatkozóan



6. ábra: A minimum (Tmin) és a maximum hőmérséklet (Tmax) előrejelzés átlagos hibája az 1. napra 2007. december 1. és 31. között naponként a szinoptikusra (Sz), ECMWF-re (EC) és az ALADIN-ra (AL) vonatkozóan

## Összefoglalás

Az ideai hosszantartó inverziós periódus, amely egyébként a 2007–2008-as tél egyetlen olyan időszaka volt, amikor a hőmérsékleti maximum tartósan 0 fok alatt maradt, az ECMWF modell előrejelzése szempontjából sok újat nem hozott. A modell ebben az időszakban az elmúlt évekhez hasonló módon továbbra is jelentősen alábecsülte a felhőzetet, és a felhőzet hiánya miatt jelentősen fölébecsülte a napi hőingást. Hasonló problémák voltak az ALADIN modell esetében is, de a korábbi évekkel szemben itt a hibák nagysága tartósan közel fele volt csak az ECMWF-ének. Miután a szinoptikusok kiismerték a modellek viselkedését, ezeket felülbírálván könnyen tudtak azokon javítani, és végeredményben mindkét modellnél lényegesen jobb prognózist adtak. A témával kapcsolatban tervezzük, hogy a fenti tapasztalatainkról az európai központban (Reading) júniusban sorra kerülő, a szinoptikusok számára szervezett tanácskozáson tájékoztatjuk az ECMWF témában illetékes fejlesztőit.

Bonta Imre, Hirsch Tamás

## A 2007. év időjárása: rekord meleg

A 2007. év az 1901 óta rendelkezésre álló homogenizált, interpolált adatsor alapján az **elmúlt évszázad legmelegebb éve volt Magyarországon**. Az évi középhőmérséklet országos átlagban 1,7 fokkal volt magasabb az 1971–2000-es éghajlati átlagnál, csapadékviszonyok tekintetében ugyanakkor a tavalyi év nem volt rendkívüli, az év csapadékhozama országos átlagban a szokásos érték 108%-ának felelt meg.

Az év során szinte minden évszak szolgált – elsősorban hőmérsékletéhez köthető – időjárási szélsőségekkel. A 2006/2007-es tél az elmúlt évszázad legmelegebb tele volt, 2007 januárja az 1901 óta regisztrált legmelegebb január. Szokatlanul meleg volt a tavasz és a nyár is – a tavalyi tavasznál csak az 1934-es volt forróbb, a 2007-es nyár középhőmérsékletét pedig csak a 2003-as nyáré szárnyalta túl. 2007. augusztusával zárult emellett egy másik rekord is: 2006. szeptember és 2007. augusztus között, egy teljes éven keresztül megszakítás nélkül minden hónap középhőmérséklete magasabb volt a sokévi átlagnál, ami a több mint 100 éves meteorológiai adatsorban példa nélkül álló.

A szokásosnál melegebb idő miatt okozott ugyanakkor komoly károkat a késő tavaszi fagy. Az április végi – május eleji, mindössze 4 fagyos éjszakának köszönhetően a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei kertekben (a kedvező időjárás következtében jól fejlődő) alma- és kajszitermés 70–90 százaléka károsodott, a jég- és fagykárt több milliárd forintra becsülik.

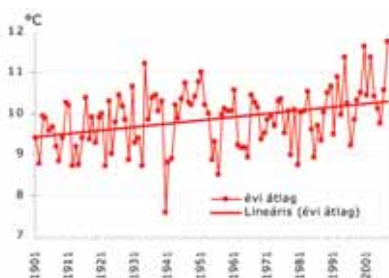
Csapadékviszonyait tekintve 2007-ben csak április bizonyult rendkívülinek. Ez volt az elmúlt évszázad legszárazabb áprilisa: a hónap során országos átlagban a szokásos csapadékhozam csupán 6 százalékának megfelelő eső hullott. A nyári hónapokban ugyanakkor többször fordult elő nagymennyiségű lokális csapadék-hullás: augusztus 19-én például Budapesten 75 mm-nyi eső esett.

Összehasonlításképpen: Budapesten az augusztus havi átlagos csapadék-összeg 67 mm.

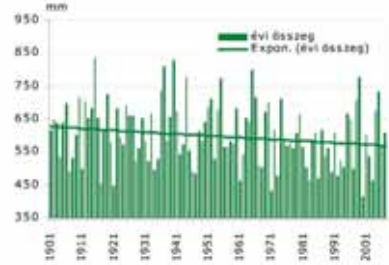
A tragikus kimenetelű 2006. augusztus 20-ához hasonló hevességű vihar 2007. augusztus 20-án is lesújtott a fővárosra. A legerősebb szellőkések 2007. augusztus 20-án is elérték a 122 km/órát (2006-ban a maximális szellőkés 123 km/óra volt), azonban a 2007-ben két és fél órával korábban érkező vihar felkészültebben érte a hatóságokat és a lakosságot is. Az ünnep lebonyolítása, ezúttal figyelve és hagyatkozva az OMSZ előrejelzéseire, biztonságosan zajlott.

Az elemzésben bázisidőszakként alapértelmezésben az 1961–1990-es éghajlati átlag szolgált. Egyes hőmérsékleti és csapadékviszonyokat szemléltető ábrákat ugyanakkor az 1971–2000-es éghajlati átlag függvényében mutatunk be (erre minden alkalommal felhívjuk a figyelmet) – az ezeken szereplő értékek homogenizált, interpolált adatokból állnak elő.

2007-ben az országos évi középhő-



1. ábra Az országos évi középhőmérsékletek 1901 és 2007 között (16 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



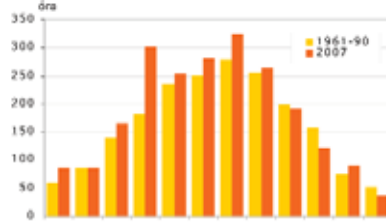
2. ábra Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2007 között (37 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

mérséklet 11,75 °C volt, ami 1,7°C-kal meghaladta az 1971–2000-es 30 éves átlagot (1. ábra).

Az elmúlt évben országos átlagban 611 mm csapadék hullott, ami mintegy 8%-kal haladta meg az 1971–2000-es sokévi átlagot (2. ábra).

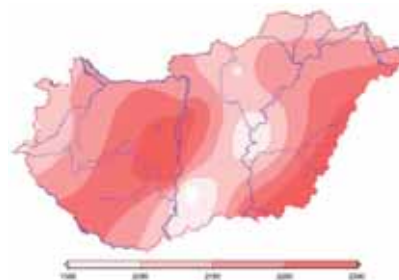
### NAPFÉNYTARTAM

2007-ben az átlag 112%-ában, 2198 órában át sütött a nap hazánkban. A napsütéses órák számának havi értékeit mutatja be a 3. ábra. Szeptember, október valamint december kivételével átlag feletti mennyiségű napsütésben volt részünk az év során. A sokévi menet maximuma júliusban van, és 2007-ben is ez volt a legnaposabb hónap. A sokévi átlagértéket 2007-ben április napsfénymentiségéig múlta felül legnagyobb mértékben.



3. ábra A napsütéses órák havi összegei 2007-ben és 1961–90 között

Hazánk területén a napsfénytartam éves összege átlagosan 1750 és 2050 óra között alakul. A napsütéses órák éves összege 2007-ben 1980 és 2410 óra között váltakozott az ország területén. Általában a Dél-Alföldön és Baranyában éri el a maximumát a napsfénytartam, míg minimuma az Alpoknál és az ország északkeleti részén van. A napsütéses órák számának 2007. évi eloszlását mutatja az 4. ábra. A legnaposabb

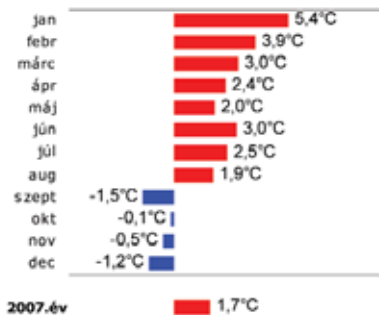


4. ábra A napsütéses órák száma 2007-ben

területek a Közép-Dunántúl és az ország délkeleti vidékei voltak, míg a legalacsonyabb értékeket a déli területeken mérték.

## HŐMÉRSÉKLET

Az egyes hónapok területileg átlagolt anomáliái az 5. ábrán láthatók.



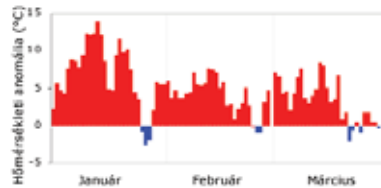
5. ábra Az országos havi középhőmérséklet eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól 2007-ben (16 állomás homogénizált, interpolált adatai alapján)

Január 2007-ben jóval melegebb volt a sokévi átlagnál. A hónapot országos átlagban jellemző 5,4°C-os pozitív anomália példa nélkül álló – ilyen enyhe januárt a magyarországi mérések kezdete óta még nem regisztráltak. Január nagy részében a napi középhőmérsékletek 8–14 fokkal meghaladták a 30 éves átlagot, átlag alá csak a hónap 3 napján csökkent a középhőmérséklet. Január 5 napján született országos, 4 napján pedig csak budapesti (nappali illetve éjszakai) melegrekord. A hónap legmelegebb napján, 13-án például országosan és Budapesten is megdőlt a százéves melegrekord, Budapesten 15,3 fokot, Sopron-Fertőrákoson 17,8 fokot mértek – ezt megelőzően 1920-ban volt a legmelegebb 13-án (Budapesten 15 fok, Sopron-Fertőrákoson 16,2 fok).

Február középhőmérséklete is jóval átlag felett alakult, országosan mintegy 3,9°C-kal volt magasabb a szokásosnál. A hónap során, országos átlagban csak 1 nap napi középhőmérséklete maradt átlag alatt, február nagy részében az átlagot 1-6 fokkal meghaladó napi középhőmérsékleteket mértek.

Március sem törte meg a szeptember óta tartó tendenciát: országos

átlagban mintegy 3,0 fokkal melegebb volt, mint az ilyenkor szokásos. Az ország nyugati felében volt kisebb (2-3 fokos) a pozitív anomália, az északkeleti országrészben helyenként 4 fokkal is melegebb volt a normálnál. Fagyos nap szórványosan még előfordult, legtöbb (20) fagyos napot az Északi-középhegységben regisztráltak.



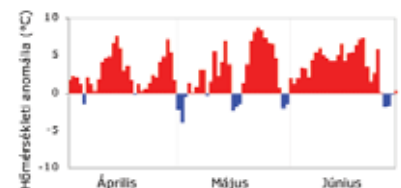
6. ábra Napi középhőmérsékletek eltérése az átlagtól Budapest-Pestszentlőrincen, 2007. január, február, március

Április szintén melegebb volt a sokévi átlagnál, országosan 2,4 fokkal. A pozitív anomália az ország déli, délkeleti régióiban volt kisebb (ott a normálnál csak 1–2 fokkal volt magasabb a havi középhőmérséklet), a legnagyobb eltérést (az átlagnál közel 4 fokkal melegebb áprilisi középhőmérsékletet) a nyugati országrészben regisztráltak. A meleg, napos idő kedvezett a gyümölcsök fejlődésének, ezért okozott milliárdos kárt április végén (majd május elején) néhány fagyos éjszaka.

Május átlagnál hűvösebb idővel vette kezdetét: 2-án megdőlt az adott napra vonatkozó hidegrekord (Zabarón éjszaka -6,4 fokig hűlt le a levegő), és az éjszakai fagyok több milliárd forintos károkat okoztak. A hónap közepi és végi, a szokásosnál akár 6–7 fokkal melegebb időszakoknak köszönhetően azonban a május középhőmérséklete is meghaladta a sokévi átlagot, országosan mintegy 2,0 fokkal. Május 22-én évszázados melegrekord dőlt meg: Poroszlón 34,2 Celsius fokot mértek, ami a körösszakáli (1983-ban regisztrált) 34,1 fokos május 22-i rekordot döntötte meg.

Június ugyancsak melegebb volt a sokévi átlagnál, országos átlagban 3,0°C-kal. A hónap során országosan csak 3 nap középhőmérséklete maradt

átlag alatt, június döntő többségében az átlagot 3-7 fokkal magasabb napi középhőmérsékleteket regisztráltak. 18-ától másodfokú hőségriadót rendeltek el, majd június 21-én 35,7°C-kal megdőlt az aznapra vonatkozó budapesti melegrekord, 25-én Sátorhelyen pedig új országos, június 25-ére vonatkozó melegrekord született (35,5°C).



7. ábra Napi középhőmérsékletek eltérése az átlagtól Budapest-Pestszentlőrincen, 2007. április, május, június

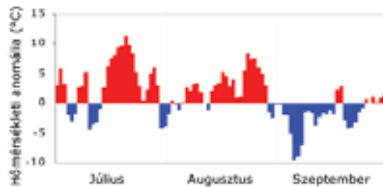
Július is melegebb volt az átlagnál, országosan 2,5 fokkal. A szokásosnál melegebb havi középhőmérséklet túlnyomórészt a hónap második harmadában tapasztalt hóhullámnak volt köszönhető, amely alatt, 15-e és 24-e között harmadfokú riadókészültség volt érvényben az ország területén. Ebben az időszakban 6 (egy kivétellel egymást követő) napon dőlt meg az adott napra vonatkozó maximumhőmérsékleti rekord. A Kiskunhalason detektált 41,9°C egyben országos abszolút hőmérsékleti rekord, hiszen ilyen magas hőmérsékletet a mérések kezdete óta Magyarországon még nem regisztráltak. Július végül az átlagnál hidegebb idővel búcsúzott, 31-én éjszaka megdőlt az adott napra vonatkozó országos hidegrekord: Zabarón 3,0°C-ot mértek.

Augusztus szintén melegebb volt az átlagnál, országosan mintegy 1,9°C-kal. Az átlag feletti havi középhőmérséklet a hónap kétharmadában tapasztalható, az átlagnál akár 8–10 fokkal melegebb időszakoknak volt köszönhető. Országban belül ugyanakkor markáns eltérések mutatkoztak az augusztusi hőmérsékleti anomáliákban. Az ország keleti-délkeleti régiója volt a legforróbb, itt az augusztus 3–3,3 fokkal volt melegebb a szokásosnál, a legenyhébb délnyugati országrészben ezzel szemben a po-



zítív anomália helyenként az 1 °C-ot sem érte el.

Szeptember hűvösebb volt a sokévi átlagnál, országos átlagban 1,5 fokkal. Ezzel megszakadt a több mint 100 éves meteorológiai adatsorban példa nélkül álló sorozat: 2006. szeptember és 2007. augusztus között egy teljes éven keresztül megszakítás nélkül minden hónap középhőmérséklete meghaladta a normálértéket. A szeptemberi középhőmérséklet az ország egészében alacsonyabb volt az ilyenkor szokásosnál. A legnagyobb (akár 2,6°C-os) negatív anomáliákat a déli valamint az északkeleti országrészben regisztrálták, míg a szeptemberi átlagtól az Északi-középhegységben volt legkisebb az eltérés (helyenként az egy fokot sem érte el). 30 °C-ot meghaladó nappali felmelegedésre csak a délkeleti régióban volt példa, mindössze egy napon.



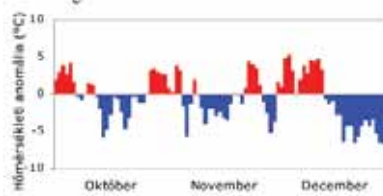
8. ábra Napi középhőmérsékletek eltérése az átlagtól Budapest-Pestszentlőrincen, 2007. július, augusztus, szeptember

Október is hűvösebb volt a megszokottnál, a hónap középhőmérséklete országos átlagban 0,1 °C-kal maradt el a sokévi átlagértéktől. A havi középhőmérsékleti anomáliák az ország középső és keleti felében voltak pozitívak: itt az október helyenként 0,4–0,5 fokkal is melegebb volt a szokásosnál. A nyugati országrészben ezzel szemben október hidegebb volt a normálnál, egyes térségekben akár 1,1–1,2 fokkal.

November középhőmérséklete országos átlagban 0,5 fokkal hidegebb volt a megszokottnál. Országon belül nem voltak jelentős különbségek a havi átlaghőmérséklettől vett eltérésben: a legkisebb középhőmérsékleti anomáliát (-0,2°C) a Tiszazugban, a legnagyobbat pedig (-1,8°C) az Északi-középhegységben regisztrálták.

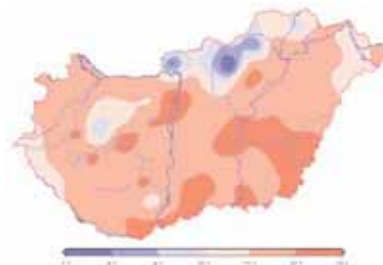
December szintén hidegebb volt a

megszokottnál (országos átlagban 1,2 fokkal), köszönhetően a hónap második felében tapasztalható, átlagnál 5–7 °C-kal hidegebb időszaknak. Az átlagtól vett eltérések országon belül nem voltak jelentősek: a legnagyobb negatív hőmérsékleti anomáliát, -1,7°C-ot a délkeleti országrészben regisztrálták, az átlaghoz képest legenyhébb értékeket pedig az Északi-középhegységben mérték, itt a normálnál 1,1 °C-kal volt magasabb a havi átlaghőmérséklet.



9. ábra Napi középhőmérsékletek eltérése az átlagtól Budapest-Pestszentlőrincen, 2007. október, november, december

2007-ben az országos évi középhőmérséklet 11,7 °C volt, ami 1,7°C-kal meghaladta az 1971–2000-es 30 éves átlagot. Az országon belül 7,1°C és 13,3°C között alakultak az évi középhőmérséklet értékek (10. ábra).



10. ábra 2007. évi középhőmérséklet (°C)

A hőmérsékleti küszöbnapok száma tavaly jelentősen eltért a sokévi átlagtól: a meleg küszöbnapok száma jóval meghaladta a normálértékeket, a hideg küszöbnapok száma pedig nagymértékben elmaradt azoktól.

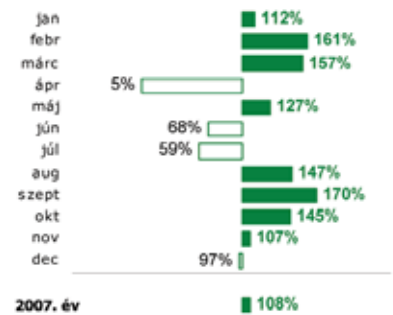
2007-ben országos átlagban 17 nap volt téli, 11 nappal kevesebb mint a szokásos, és 1 nap zord, ami 10 nappal maradt alatta a szokásos értéknek. Nulla fok alatti hőmérséklet 73 napon fordult elő – a 30 éves átlagérték 97 nap.

2007-ben nyári nap 91 volt átlagosan, ami 22 nappal több, mint a szokásos. A hőségnapok száma 39 volt,

ez 23 nappal haladja meg az átlagos 16-ot. Tavaly átlag 8 forró napunk volt, ami nyolcszorosa az 1961–1990-es időszak átlagának.

### CSAPADÉK

Az elmúlt évben országos átlagban 611 mm csapadék hullott, ami mintegy 8%-kal haladta meg a sokévi (1971–2000-es) átlagot. Az év 8 hónapjában fordultak elő átlag feletti és 4 hónapban átlag alatti csapadékmennyiségek, a legjelentősebb anomáliákat áprilisban és szeptemberben regisztrálták (11. ábra).



11. ábra Havi csapadékösszegek 2007-ben az 1971-2000-es normál százalékában (37 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

Az éves csapadékmennyiség országon belüli eloszlása nagyjából a sokévi átlagnak megfelelően alakult (12. ábra). A legcsapadékosabb délnyugat-dunántúli területek és a hegyvidéki régiók csaknem két és félszer annyi csapadékot kaptak, mint az Alföld közepe. Az év során a legkevesebb csapadék (414 mm) Jakabszállás térségében hullott, a legnagyobb csapadékösszeget pedig (1011 mm) Bakonyszücsön regisztrálták.



12. ábra A 2007. évi csapadékösszeg

Január csapadékhozama átlag körül alakult, a csapadékhullás területi eloszlása azonban nem volt egyen-



letes. Míg a nyugati és északi ország-részek néhol a normál másfélszeresének megfelelő csapadékmennyiségben részesültek, az ország középső és keleti felében a sokévi átlagnak csupán 60–80%-a hullott. A hónap jellemző csapadéka az eső volt. Havazás, hószállingózás csak január 2–4 napján fordult elő, és a lehullott hó szinte mindenhol azonnal el is olvadt.

Február csapadékosabb volt a sokévi átlagnál, országos átlagban 61%-kal. Amíg azonban az ország középső és keleti vidékei helyenként a normál 200–250%-ának megfelelő csapadékhozamban részesültek, addig a legcsapadékszegényebb vidékeken, a déli országrészben és a magashegységekben, helyenként a szokásos csapadékmennyiségnek mindössze a fele hullott le. A hónap jellemző csapadéka az eső volt. Havazást országsszerte csak 1–4 napon regisztráltak, de a lehullott hó a magasabb hegységek kivételével (ahol egyes helyeken februárnak 18 napja volt havas) mindenhol azonnal elolvadt.

Március országos átlagban csapadékosabb volt a sokévi átlagnál, országon belül azonban jelentős volt a csapadékhozambeli eltérés. Míg az ország keleti felében a havi csapadékösszeg helyenként a normál 30%-át sem érte el, addig a nyugati országrész egyes régióiban a márciusban szokásos csapadékmennyiségnek akár két és félszerese is lehullott. A hónap jellemző csapadéka az eső volt, de 6 napon még elszórtan havazást is regisztráltak az Alpokalján és az Északi-középhegységben.

Április jóval szárazabb volt az átlagnál, az ország közel felén mindössze 0–1 mm csapadék hullott az egész hónap során. Országos átlagban a szokásos csapadékösszegnek csak mintegy 5%-a volt a csapadékhozam, de az ország legcsapadékosabb, délkeleti régiójában is csak 12%-a hullott le az áprilisban szokásos csapadékmennyiségnek. Az ország jelentős részén egyáltalán nem fordult elő csapadékhullás a hónap során, a legtöbb (5) csapadékos napot

a Maros-Körös közében és az Északi-középhegységben regisztráltak. Az április jellemző csapadéka az eső volt, az ország területén csak egy napon regisztráltak havazást.

Május havi csapadékösszege országos átlagban meghaladta a szokásos értéket, mintegy 27 százalékkal. Országon belül azonban nem volt egyenletes a csapadékhozam. A legalacsonyabb értékeket az északi-középső országrészben regisztrálták, ahol az átlagos csapadékmennyiségnek csak 60–70 százaléka hullott le, míg a legnagyobb, az átlag közel háromszorosának megfelelő csapadékhullás a déli országrészben volt. A hónap jellemző csapadéka az eső volt, de a hónap során többfelé okozott károkat a heves viharokkal kísért jégeső.

Június csapadékszegényebb volt az átlagnál: a szokásos havi csapadékmennyiségnek a hónap során csupán 68%-a hullott le. Országon belül ugyanakkor nem volt egyenletes a csapadékeloszlás. A legcsapadékosabb pontokon az átlagos havi csapadékösszeg 160%-a is lehullott, míg a legszárazabb régiókban helyenként csupán a sokévi átlag 30%-ának megfelelő mennyiséget regisztráltak. A hónap jellemző csapadéka az eső volt, de komoly károkat okozó jégesők is előfordultak. Június 21-én, amikor heves vihar vonult végig az ország északi részén (a legerősebb széllokécek a fővárosban elérték a 101 km/órát), Budán és Újpesten dió nagyságú jég hullott.

Júliusban, országos átlagban a szokásos mennyiség alig 60%-ának megfelelő csapadék hullott, országon belül azonban jelentősek voltak az eltérések. Míg az ország középső részén a július havi csapadékmennyiség csupán 30–40%-ának megfelelő eső esett, addig a keleti vidékeken helyenként a sokévi átlagot akár 20%-kal is meghaladó havi csapadékösszeget regisztráltak. A hónap jellemző csapadéka az eső volt, jégeső csak egy napon fordult elő az ország területén.

Augusztus országos átlagban 47%-kal csapadékosabb volt a szokásosnál,

országon belül ugyanakkor nagy volt a havi csapadékhozambeli eltérés. A középnyugati országrészben volt legnagyobb az augusztusi csapadékösszeg átlagtól vett eltérése: helyenként a szokásos csapadékmennyiség több mint háromszorosának megfelelő esőt regisztráltak. Az északkeleti, délkeleti és délnyugati területeken ugyanakkor egyes állomásokon a szokásos mennyiség felénél is kevesebbet mértek. Augusztus folyamán többször fordult elő nagy mennyiségű napi csapadékhullás. 10-én Tengelicen 94 mm-nyi eső hullott, 20-án Győrött regisztrálták a legtöbb csapadékot (mintegy 56 mm-t), 19-én pedig Budapest volt az országos rekorder, 75 mm-rel (Budapesten a havi csapadékösszeg 67 mm).

Szeptember országos átlagban csapadékosabb volt a szokásosnál, az ilyenkor várható mennyiség 170%-a hullott le. Országon belül ugyanakkor jelentős eltérések mutatkoztak: legszárazabbnak az ország középső része adódott (helyenként a szokásos mennyiségnek csupán 70%-a érkezett meg), legcsapadékosabbnak pedig az ország északnyugati csücske bizonyult, a sokévi átlag közel négyszeresének megfelelő havi csapadékhozammal. A hónap jellemző csapadéka az eső volt. Jégeső egy napon hullott.

Október csapadékosabb volt az átlagnál, országosan a havi csapadékhozamnak közel másfélszerese hullott le. Az országon belül ezzel együtt jelentős volt a havi csapadékmennyiségben tapasztalt eltérés. Átlagosnál kisebb csapadékhozamot csak a Nyugat-Dunántúl középső részén regisztráltak, az ország keleti felében viszont helyenként a szokásos októberi csapadékmennyiség háromszorosának megfelelő csapadék hullott. A hónap jellemző csapadéka az eső volt, de Kékestetőn 4 napon már havazás is előfordult.

Novemberben a havi csapadékhozam átlag körül alakult, de jelentős térbeli eltéréseket regisztráltak. Az ország szárazabb, középső részében a novemberi csapadékösszeg nem érte el a sokévi átlagértéket (itt egyes

területeken a szokásos mennyiségnek kevesebb, mint fele hullott le), míg a déli és északi területeken a havi csapadékhozam helyenként a sokévi átlag másfélszeresét is meghaladta. 2007-ben november közepén köszöntött be a tél, országos havazás formájában. A hónap során az ország minden régiójában előfordult havazás, egyes területeken novembernek 12 napja volt havas.

A decemberi csapadékhozam országos átlaga a szokásosnak megfelelően alakult, területileg azonban jelentős eltérések mutatkoztak a havi csapadékmennyiségben. Az ország északkeleti csücskében a szokásos decemberi csapadékhozamnak kevesebb, mint 40%-a hullott le, míg az átlagot legnagyobb mértékben meghaladó havi csapadékösszeget (a normál 150%-át) a nyugati országhatár mentén regisztrálták. A hónap során esőzés is havazás is előfordult - néhány kistérségen kívül az ország egészében regisztráltak 5–10, de helyenként akár 15 havas napot. Az év december 31-én országos havazással búcsúzott.

## LÉGNYOMÁS

A légnyomás átlagos értéke a nagytérségű időjárási képződmények gyakoriságát jellemzi. A tengerszinti légnyomás átlagos- és 2007. évi menetét mutatja be a 13. ábra oszlopdiagramja.



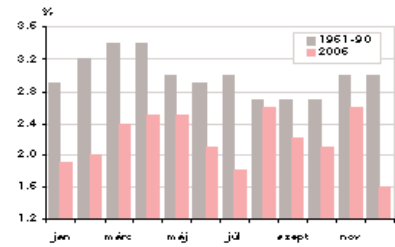
13. ábra A tengerszinti légnyomás havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2007-ben

Az átlagos évi menetben kettős hullám látható. A főmaximum januárban van, a másodmaximum októberben. Ezeket a hónapokat jellemzi az anticiklonok gyakori előfordulása. A minimumok áprilisban, illetve novemberben jelentkeznek, amikor nagyobb

a ciklongyakoriság. A 2007. évi átlagokat reprezentáló oszlopok azt mutatják, hogy a főmaximum ezúttal decemberben volt, a másodmaximum pedig októberben, de kiugróan magas légnyomás uralkodott a szokatlanul száraz áprilisban is. 2007-ben 3 minimum fordult elő a légnyomás havi átlagában, időrendi sorrendben februárban, májusban majd pedig novemberben.

## SZÉL

Az átlagos szélesség alapján hazánkat mérsékelt szélterületnek minősíthetjük. A szélesség évi átlagai 2-4 m/s között változnak. Jellegzetes a szélesség évi járása (14. ábra), legszelesebb időszakunk a tavasz első fele (március, április hónapok), míg a legkisebb szélességek általában ősz elején tapasztalhatók.



14. ábra A szélesség havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen

A 14. ábra alapján elmondhatjuk, hogy a szokásosnál sokkal kevésbé volt széles a 2007. év időjárása Budapest-Pestszentlőrincen, és az évi menet sem teljesen a sokévi átlagnak megfelelően alakult. Az év legszelesebb hónapja a január volt, átlagnál nagyobb szélességekkel, a legkisebb havi átlagos szélességet pedig decemberben regisztrálták - a hónap átlagos szélessége fele volt a sokévi átlagértéknek.

Schlanger Vera

### Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérései szerint a 2007-es év szélsőségei, a mérés helye és ideje:

- A legmagasabb mért hőmérséklet: 41,9 °C, Kiskunhalas, július 20.
- A legalacsonyabb mért hőmérséklet: -14,8 °C, Kecskemét, december 19.
- A legnagyobb évi csapadékösszeg: 1011 mm, Bakonyszücs
- A legkisebb évi csapadékösszeg: 414 mm, Jakabszállás
- A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg: 94 mm, Tengelic, augusztus 10.
- A legvastagabb hótakaró: 40 cm, Kékestető, november 16.
- A legnagyobb évi napfényösszeg: 2411 óra, Békéscsaba
- A legkisebb évi napfényösszeg: 1976 óra, Kalocsa

### Új kiadvány

Az OMSZ gondozásában megjelent **dr. Bartha Imre: A balatoni viharjelzés története és a meteorológiai szolgáltatások fejlődése kezdetektől napjainkig** c. munkája.

A 40 oldalas A/4 formátumú mű történeti hűséggel tekinti át a több, mint 70 éve működő rendszert. A kiadványt Horváth Ákos szép fotói teszik látványossá.

Korlátozott példányszámban megkapható az OMSZ Könyvtárban, de rákerül a Szolgálat honlapjára is.

## Homogenizáló módszerek alkalmazásának hatása a detektálható hőmérsékleti trendek megbízhatóságára

Az éghajlat változásának és változékonyságának vizsgálata szempontjából döntő fontosságú a hőmérsékletben, csapadékmennyiségben és egyéb meteorológiai elemekben előforduló trendek korrekt értékelése. Itt és most kizárólag a múltbeli megfigyelésekből származó idősorok vizsgálatával, azon belül pedig a detektált lineáris trendek megbízhatóságának kérdésével foglalkozunk. A lineáris trend kitüntetett fontosságú statisztikai jellemző, mert ebből következtethetünk az átlagos szisztematikus változás irányára és nagyságára, mégpedig függetlenül attól, hogy a megfigyelt változások alakja milyen pontossággal közelíthető lineáris függvényvel. A cikkben először röviden megemlítünk néhány olyan problémát, amelyek figyelmen kívül hagyása hibát eredményezhet a számított trendek fizikai interpretációja során, majd a tanulmány további részében a homogenizáló módszerek alkalmazásának hatásaival foglalkozunk részletesebben.

### A számított trendek kapcsolata az éghajlati változásokkal

Mindennapos tapasztalat, hogy a meteorológiai elemek értékei folytonosan változásban vannak. Ennél kevésbé magától értetődő, de tény, hogy a havi, a szezonális, sőt még az évi átlagok értékei is évről-évre különböznek. Ezek a változások lehetnek valamilyen tartósan fennálló gerjesztés (napsugárzás változása, légkör összetételének változása, stb.) következményei, vagy származhatnak az eseti eltérések véletlenszerű felhalmozódásából. Bármilyen természeti tényezők okozzák is a meteorológiai elemek hosszú időléptékű változásait, azok együttesét az éghajlat változásainak tekintjük. Megjegyezzük, hogy az éghajlatváltozás szó alatt általában hosszú időn át tartó, egyirányú megváltozást értünk, az egyéb változásokat éghajlatingadozásnak, éghaj-

lati változékonyságnak vagy variabilitásnak szoktuk nevezni. Szemben ezekkel, azok a változások, amelyek a megfigyelési és adatrögzítési folyamat technikai különbségeiből származnak, magától értetődően nem részei az éghajlat változásainak. Ha a megfigyelési eredmények alapján egy, a mérőpont körüli jelentékeny sugarú térség éghajlati viszonyaira kívánunk következtetéseket levonni (ez a tipikus eset), akkor a lokális skálájú változásokat (pl. felszínborítás, beépítettség változásai) szintén hibatenyezőknek kell tekintenünk. Az éghajlati idősorok vizsgálatánál mindenkor fontos meggyőződni arról, hogy azok rendelkeznek-e a vizsgálatról remélt eredmények eléréséhez szükséges mennyiségi és minőségi mutatókkal. Az idősorok homogenizálása olyan statisztikai eljárások alkalmazását jelenti, amelyek során az adatminőség javulását nem az egyedi adatok megbízhatóságának vizsgálatával, hanem idősorok vagy idősor-szeletek statisztikai jellemzőinek együttes elemzésével törekünk elérni.

Mielőtt rátérnénk a homogenizáló módszerek tárgyalására, megemlítünk néhány más olyan problémát is, amelyek hibát okozhatnak a megfigyelt éghajlati trendek gyakorlati interpretálása során. Egy lineáris trendet rendszerint akkor szoktunk az éghajlat egyirányú megváltozásának tekinteni, ha a trendvonalhoz tartozó meredekség 5%-nál kisebb valószínűséggel származik véletlen ingadozásból, az erre vonatkozó küszöbértéket pedig táblázatból vagy szoftver alapján nyerjük. Ahhoz azonban, hogy egy konkrét statisztikai vizsgálathoz az elmélet által javasolt szignifikancia-küszöböt hiba elkövetése nélkül hozzárendelhesük, legalább 3 feltételnek minden esetben teljesülnie kell:

a) a statisztikai minta (vagyis az idősor) elemeinek azonos valószínűsége

gi eloszlásból kell származniuk (ez a homogenitás – inhomogenitás problémája);

b) az elemeknek statisztikai értelemben függetlennek kell lenniük;

c) a statisztikai minta előválogatása nem megengedett (eredeti elméleti megfogalmazásban: a hipotézisvizsgálat végzését olyan statisztikai mintán kell végrehajtani, amely a hipotézis felállításának pillanatában még ismeretlen).

A részletek mellőzésével megemlítjük, hogy amikor az idősor szomszédos elemeihez tartozó értékek között pozitív autokorreláció van (vagyis az azonos előjelű anomáliák egymásra következésének valószínűsége 50%-nál szignifikánsan nagyobb, ez a helyzet például Magyarországon az egymást követő nyarak középhőmérsékleteivel), akkor a b) feltétel nem teljesül, ha pedig a trendvizsgálat kezdő és záró időpontját szemrevételezés alapján döntjük el, akkor a c) feltétel nem teljesül. Megjegyezzük itt, hogy a kutatóknak természetes törekvése, hogy az idősorok az azt a részletét igyekeznek demonstrációs célra kiválasztani, amelyben a változások a legmarkánsabbnak mutatkoznak. Az interpretációnál azonban tekintettel kell lenni arra, hogy a véletlenszerű ingadozások együttes hatásainak és a tényleges egyirányú megváltozásnak a szétválasztásához a statisztikai alapmodell által ajánlott szignifikancia-küszöbök ilyenkor nem alkalmazhatók, és a ténylegesen alkalmazható küszöbök eltérése az eredetileg jelentékeny mértékű lehet. Ez utóbbi, b) és c) típusú problémák világszerte felbukkannak az alkalmazott klimatológiában (*Percival and Rothrock, 2005*). Ennél is nagyobb figyelem és tudományos fejlődés kapcsolódik az idősorok homogenitás vizsgálatának és homogenizálásának témaköréhez. Az utóbbi néhány évtizedben számos új eljárást dolgoztak

ki a homogenizálás útján történő minőségjavításra. Az ENSZ meteorológiai szervezete (World Meteorological Organisation) öt ízben rendezett nemzetközi szemináriumot a témában. Büszkék lehetünk rá, hogy ezek a szemináriumok immár hagyományosan, Budapesten, az Országos Meteorológiai Szolgálat közösen kerülnek megrendezésre. A legutóbbi szeminárium 2006. májusában volt, és négy kontinens, 21 ország 46 szakértőjének részvételével zajlott.

### **Homogenizáló módszerek alkalmazása a világban és Magyarországon**

Az idősorok homogenizálása során a meteorológiai mezők térbeli korrelációja alapján rendelkezésre álló információt használunk fel az egyes idősorok hibáinak csökkentéséhez, ezért a feladat végrehajtásához azonos földrajzi régióból, hasonló klimatikus adottságok között született megfigyelési idősorok együttes elemzése szükséges. Ennek jelentőségét egy példával illusztráljuk: tegyük fel, hogy Sopron állomás hőmérsékleti idősorában 1980 körül ugrásszerű melegedést látunk. A melegedés lehet a nagytérségű éghajlat megváltozásának jele, vagy valamilyen lokális eredetű hatás következménye. Ha több más, környező helyekről származó idősorokban (pl. Szombathely, Mosonmagyaróvár, Győr idősoraiban) is hasonló változás mutatkozik 1980 körül, akkor a változás a regionális éghajlat módosulásával magyarázható, ellenkező esetben azonban nagy valószínűséggel lokális eredetű. Épp ezért az objektív homogenizáló módszerek többségében a térbeli különbségek értékeit időrendben tartalmazó ún. relatív idősorok változásait vizsgáljuk. A relatív idősorok tehát úgy származtathatók, hogy a vizsgálatra kijelölt idősor minden egyes értékéből kivonjuk egy másik idősornak (az ún. referencia idősornak) a kijelölt idősorával megegyező időpontokhoz tartozó elemeit. (Megjegyezzük, hogy bizonyos meteorológiai elemeknél, így pl. a csapadékmennyiségnél,

nem különbségeket, hanem hányadosokat képezünk a relatív idősor létrehozásakor). A referencia idősor lehet egy tudottan igen jó minőségű idősor, de ennél gyakrabban, több idősor átlagolása útján származtatható olyan idősor, amelyben a lokális eredetű hibák elenyészők. Alternatív lehetőség a több referencia idősor együttes alkalmazása (amely szintén az egyedi hibák kiszűrését célozza). A referencia idősor minősége azért kritikus pontja a homogenitás vizsgálatnak, mert rosszul választott referencia idősor esetén a relatív idősorok inhomogenitása nem a vizsgálatra kijelölt, hanem a referencia idősor inhomogenitásából származik. Sajátos probléma, hogy nem minden esetben tudunk biztosítani megfelelő minőségű referencia idősorokat. Kivételesen, térbeli összevetés nélkül is végezhető homogenizálás, ilyenkor rendszerint más környezeti változók állapotaira vonatkozó ismeretek, vagy a megfigyelések technikai feltételeiben történt változásokról szóló dokumentumok szolgálnak támpontul a makroklimatikus, ill. lokális eredetű időbeli változások elkülönítéséhez. Ami a magyarországi, XX. századi hőmérsékleti idősorokat illeti, az idősorok száma és térbeli korrelációi alapján jó minőségű referencia idősorok hozhatók létre, tehát esetünkben ilyen természetű probléma nem hátráltatja a homogenizálás alkalmazását.

A gyakorlatban elterjedt homogenizáló eljárások mind a térbeli összehasonlítás módjában, mind az idősorokban előforduló szignifikáns változások felderítésére alkalmazott statisztikai eljárások típusában különböznek. Jelen tanulmány a térbeli összehasonlítási mód különbözőségének hatásait nem vizsgálja. Szintén nem vizsgáljuk az adattörténeti információk felhasználásának szerepét. Kizárólag a relatív idősorokban előforduló inhomogenitások detektálásának objektív, statisztikai módszereivel, illetve ezek megbízhatóságával foglalkozunk.

Az inhomogenitások többnyire ugrásszerű változás (ún. töréspont) képeben jelentkeznek, mivel a technikai

eredetű változások rendszerint egy konkrét időponttól kezdve lépnek életbe. A homogenizáló módszerek többsége kizárólag szignifikáns töréspontok felderítésére törekszik, vagyis a relatív idősorok lépcsős függvényvel történő közelítésével nyújt információt a bennük lévő inhomogenitásokról. Néhány homogenizáló módszer a töréspontokon kívül fokozatos, lineáris alakú megváltozásokat is detektál.

Az utóbbi évtizedekben számos különböző szubjektív és objektív módszert dolgoztak ki világszerte meteorológiai idősorok homogenizálása céljára, és e módszereket elterjedten alkalmazzák. A leggyakrabban alkalmazott módszerekről 1998-ban született meg az első átfogó jellegű tanulmány (*Peterson et al. 1998*). A dolgozat szerzői kimutatják, hogy a homogenizáló módszerek alkalmazása általánosan előnyös, és ez a megállapítás valamennyi elterjedten alkalmazott módszerre érvényes. Magyarországon szintén teret nyert az éghajlatkutatásban a homogenizált idősorok alkalmazása. Dr. Szentimrey Tamás matematikus, az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa olyan módszert dolgozott ki, amely elméleti megalapozottságánál fogva (*Szentimrey, 1999*), valamint az eddig elvégzett hatékonyság-elemzések szerint is egyike a világon létező legeredményesebb módszereknek. Az eljárás elnevezése Multiple Analysis of Series for Homogenization [MASH]. A MASH-sal homogenizált idősorok felhasználásával számos éghajlati tanulmány készült az utóbbi években (*Bartholy és mts., 2004, Mika és mts., 2004, Domonkos and Tar 2003, stb.*).

### **Homogenizáló módszerek tesztelése**

Mivel több különböző homogenizáló eljárás létezik, felmerül a kérdés, hogy vajon melyiknek az alkalmazása a legelőnyösebb? Erre a kérdésre csak akkor adható objektív válasz, ha megoldást találunk a módszerek hatékonyságának számszerű jellemzésére. A hatékonyság objektív becsüléséhez két fő feltételnek kell teljesülnie:



i. A számításokhoz olyan, szimulációval előállított adatállomány idősorainak vizsgálata szükséges, amelyek statisztikai tulajdonságai a megfigyelésből származó idősorokéhoz hasonló, és a benne lévő inhomogenitások ismertek. – Az utóbbi feltétel biztosítja, hogy a homogenizáló módszerek alkalmazásának eredményessége számszerűen értékelhető, az első feltétel pedig azt, hogy a kiértékelés eredménye a ténylegesen megfigyelt idősorokra vonatkoztatható.

ii. A hatékonyságot azoknak a statisztikai tulajdonságoknak a vizsgálata alapján kell értékelni, amelyek sikeres reprodukálását elvárjuk a homogenizáló módszer alkalmazásától. – Már e megfogalmazásból is következik, hogy a hatékonyság többféleképpen jellemezhető. Hangsúlyozni szeretnénk itt, hogy a töréspontok detektálásának pontosságán túl lényeges szempont, hogy a homogenizált idősor milyen hűen reprodukálja a tényleges trendeket és az éghajlati változékonyság karakterisztikáit.

2006-ban, az V. Nemzetközi Homogenizálási Szeminárium alkalmával jelen sorok írója olyan eredményeket mutatott be, amelyek a fenti szempontok alapján végzett tesztvizsgálatokból származnak (Domonkos, 2007). A szerző tudomása szerint ilyen típusú hatékonyságvizsgálatot ezt megelőzőleg mások még nem végeztek. Az itt bemutatásra kerülő eredmények a Domonkos (2007) publikációban közöltektől abban különböznek, hogy itt a valós éghajlati trendek reprodukálásának sikerességével értékeljük a homogenizáló módszerek hatékonyságát.

Tizenöt, az éghajlatkutatásban elterjedten alkalmazott homogenizáló módszert teszteltünk:

Baya: Bayes-teszt (Ducré-Robitaille et al., 2003), autokorreláció számításán alapuló szignifikanciavizsgálattal kiegészítve

Bayb: Bayes-teszt (Ducré-Robitaille et al., 2003), kiegészítve a BIC (Bayesian Information Criterion)

számításával a töréspontok számának megállapításánál (Caussinus and Lyazrhi, 1997)

Bsha: Buishand-teszt (Buishand, 1982), kumulált anomáliák maximumának számítása

Bshb: Buishand-teszt (Buishand, 1982), kumulált anomáliák maximumának és minimumának differenciája

C-M: Caussinus-Mestre teszt (Caussinus and Mestre, 2004), dinamikus algoritmus normális eloszlású minták vizsgálatához

E-P: Easterling-Peterson teszt (Easterling and Peterson, 1995)

MASH: Multiple Analysis of Series for Homogenisation (Szentimrey, 1999)

M-K: Mann-Kendall teszt (Aesawy and Hasanean, 1998)

MLR: Multiple Linear Regression (Vincent, 1998)

Pett: Pettitt-teszt (Pettitt, 1979)

SNHb: Standard Normal Homogeneity Test (Alexandersson, 1986), csak töréspontok vizsgálata

SNHT: Standard Normal Homogeneity Test (Alexandersson and Moberg, 1997), töréspontok és trendek vizsgálata

tta: t-teszt (Ducré-Robitaille et al., 2003)

ttb: t-teszt (Kysely and Domonkos, 2006)

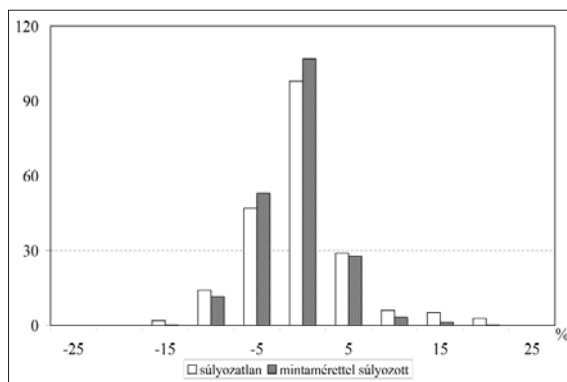
WRS: Wilcoxon Rank Sum teszt (Karl and Williams, 1987)

Az egyes módszerek alkalmazásával kapcsolatban további részletek találhatóak Domonkos (2006 és 2007) tanulmányaiban.

Először tényleges meteorológiai idősorokból származtatott relatív idősorokon vizsgáltuk az egyes módszerek által detektált inhomogenitások statisztikai jellemzőit. Ehhez 327 közép-európai középhőmérséklet és csapadékmennyiség idősort használtunk fel (Domonkos, 2006). Az idősorok 98–100 év hosszúságúak és havi vagy évi középértékeket, illetve összegeket

tartalmaznak. Jelenleg csak azokkal a relatív idősorokkal foglalkozunk, amelyek autokorrelációja legalább 0,4. E szűkítésnek az a magyarázata, hogy a relatív idősorok autokorrelációja sztochasztikus kapcsolatban áll az idősorok homogenizálásával, és pedig oly módon, hogy a magas autokorreláció erősen inhomogén jellegre utal (Sneyers, 1997). A megszbott feltételnek eleget tevő, szerző által vizsgált, tényleges megfigyelésből származó idősorok száma 72, csaknem kivétel nélkül magyarországi, havi és évi középhőmérsékletek idősorai.

Kiszámítottuk a detektált inhomogenitások átlagos gyakoriságát, valamint az inhomogenitások magnitúdóinak átlagát és szórását, minden egyes homogenizáló módszer többféle paramétrizációjára. A trendeket is detektáló módszereknél (MLR és SNHT) a trendek gyakoriságát, valamint azok átlagos hosszát és meredekségét is előállítottuk. Összesen 204 statisztikai jellemzőjét képeztük ily módon a 72 tényleges megfigyelésből származó idősor detektált inhomogenitásainak. Következő lépésben olyan módszert kerestünk, amellyel a tényleges idősorokéhoz hasonló statisztikai jellemzőkkel rendelkező mesterséges adatbázis hozható létre. Ennek során, empirikus vizsgálatok sokaságának végzése útján, olyan szimulációs módszert hoztunk létre, amellyel a vizsgált 204 statisztikai jellemző többsége legfeljebb 10%-os hibával közelíthető (1. ábra). Az ábráról az is leolvasható, hogy a viszonylag na-



1. ábra. A szimulált idősorokban detektált inhomogenitások statisztikai tulajdonságainak differenciája a megfigyelésből származó idősorokéhoz viszonyítva

gyobb eltérések esetében a kicsi mintaméreteknél is szerepe lehet azok létrejöttében (t.i. bizonyos típusú detektált inhomogenitások előfordulási száma a tényleges megfigyelésből származó adatbázisban alacsony). A szimulációs módszer leírását *Domonkos* (2007) tartalmazza.

A közöltek alapján úgy ítéljük, hogy a szimulációs módszerrel létrehozott adatbázis alkalmas az egyes homogenizáló módszerek gyakorlati hatékonyságának összehasonlítására. Az alkalmas alapja a megfigyelt és szimulált idősorok inhomogenitás-tulajdonságai közötti hasonlóság. E hasonlóság a magyarországi hőmérsékleti idősorok, azon belül is az inhomogenitással viszonylag erősebben szennyezett állományok vonatkozásában az ideális megközelítő, és valószínűleg jóval szélesebb körben tekinthető kielégítő mértékűnek (ennek tárgyában további vizsgálatok szükségesek).

### Homogenizáló módszerek parametrizációja

Jóllehet vizsgálataink kizárólag objektív homogenizáló módszerekre terjednek ki, tehát olyan eljárásokra, amelyek mindennemű szubjektív mérlegelés nélkül is eredményesen alkalmazhatók, bizonyos paraméterek beállításával a módszerek működése befolyásolható. Ennek azért van itt jelentősége, mert az eltérő parametrizációkhoz tartozó különböző hatékonyságok miatt abból, hogy egy konkrét módszer egy bizonyos parametrizációval gyengébb eredményt ad más módszereknél, nem következik, hogy minden más parametrizáció alkalmazása esetén is gyenge eredményt ad. Számos alkotó eleve többféle parametrizációt ajánl, pl. *Alexandersson and Moberg* (1997) háromféle szignifikancia-határt is közléstesznek, mindegyiket alkalmazhatónak tartják. Más esetekben önkényesen rögzítenek bizonyos paramétereket. Például *Moberg and Alexandersson* (1997) azt tanácsolják, hogy módszerüknel az idősorokat addig lehet az általuk leírt módon kisebb szakaszokra bontani, amíg a további vizsgálatoknak

alávetendő szakaszok hossza 10 időegységnél nem rövidebb. A 10 időegység, mint paraméterválasztás nincs indokolva. Matematikailag megokolt paraméterválasztások sem mindig biztosítják azonban, hogy a hozzájuk tartozó módszer az általuk elérhető optimális hatékonysággal működjön. Ennek okai között szerepel, hogy a hatékonyság függ (több más között) a mintaanyag tulajdonságaitól, és attól a céltől is, amelynek szellemében a hatékonyságot értékeljük. Lehetséges például, hogy két parametrizáció közül az egyik optimális megbízhatósággal ismeri fel a legalább közepes méretű ugrást tartalmazó töréspontokat, viszont egy egész más parametrizáció biztosítja az éghajlati trendek optimális megbízhatóságú detektálását (ilyen reláció-pár természetesen nemcsak egy módszer két parametrizációja, hanem két homogenizáló módszer eredményessége között is fennállhat).

Az eddig elvégzett vizsgálatok igazolják, hogy a módszerfejlesztők által ajánlott, valamint a konvención alapuló paraméterválasztások (konvención szerinti paraméterválasztás például az elsőfajú hiba elkövetési valószínűségének 5%-ban történő rögzítése a homogenizáló eljárás valamely lépésénél) általában nem biztosítják a konkrét módszerrel elérhető maximális hatékonyságot. A különböző parametrizációkkal végrehajtott tesztek során azonban egyértelműen kirajzolódik, hogy konkrét tulajdonságú mintaanyag és rögzített szempontok szerint értékelt hatékonyság esetén mely parametrizáció alkalmazása optimális. Ezért a homogenizáló módszerek hatékonyságvizsgálatának van egy cseppet sem mellékes „mellékterméke”: az optimális parametrizációk felderítése.

### Homogenizáló módszerek hatékonysága az éghajlati trendek detektálhatóság szempontjából

A hatékonyság méréséhez valamenyi szimulált idősorban (mindegyik 100 év hosszúságú) kiszámítottunk

3–3 jellemzőt, egyrészt a teljes idősorra, másrészt az idősor utolsó 50 éves szakaszára vonatkozóan: a) lineáris trend iránytangense homogenizálás előtt ( $e$ ), b) lineáris trend iránytangense a homogenizálás elvégzése után ( $f$ ), és c) az inhomogenitásoktól tökéletesen megszürt idősor iránytangense ( $g$ ). A hatékonyság ( $H$ ) az optimális értékektől számított eltérések abszolút értékeinek összegzésével került meghatározásra:

$$(1) \quad H = \left[ 1 - \frac{\sum |f - g|}{\sum |e - g|} \right] \cdot 100\%$$

A szummák képzésénél minden egyes idősorok mindkét vizsgált szakaszához (50 éves szakasz, ill. teljes 100 év) tartozó iránytangens értékeit összegeztük. A tanulmányban szereplő példák mindegyikénél tízezer idősor alapján számítottuk ki a  $H$  értékeket. Az így számított hatékonyság maximális értéke 100%, és ez akkor lenne elérhető, ha létezne olyan módszer, amely mindig minden inhomogenitást tökéletesen kiszűr. A reálisan előforduló  $H$ -k azt a hányadot mutatják, amellyel az aktuálisan vizsgált homogenizáló módszer járul hozzá az inhomogenitás eredeti trendbecslési hibák kiszűréséhez. A  $H = 0$  azt fejezi ki, hogy a homogenizáló módszer alkalmazása se nem javít, se nem ront a trend-detektálás megbízhatóságán, ennél is kedvezőtlenebb esetben pedig  $H$  negatív értéket vesz fel.  $H$  definíciójából szintén következik, hogy a trendbecslés szempontjából olyan homogenizáló módszer hatékonysága is magas lehet, amely ugyan nem pontosan adja meg az egyes inhomogenitások időpontját és nagyságát, de a detektálási eredmény alapján végrehajtott korrekciók hasonló trendeket eredményeznek, mint a tökéletes detektálás esetén.

Három megjegyzés: 1. Az inhomogenitásoktól tökéletesen megszürt idősor tényleges megfigyelésből származó idősorok esetében nem megismerhető, szimulált idősoroknál azonban igen. 2. Relatív idősoroknál, idealizált esetben az éghajlati eredeti trend zérus (itt nem részletezendő okok

miatt), ám a tökéletesen homogenizált reális (vagy azt közelítő) idősor zajkomponenseket is tartalmaz, és azok általában  $g = 0$  iránytangenst eredményeznek. 3. Felmerülhet, hogy az optimális trendbecslésnek nemcsak az inhomogenitásokat, hanem a zajkomponenseket is ki kellene szűrnie, tehát a  $g = 0$  esethez viszonyítva lenne célszerű számítani a trendbecslés hatékonyságát. Ám ami a relatív idősor alacsony frekvenciájú változásai szempontjából zaj, annak nem kis része a tényleges meteorológiai folyamatok térbeli változékonyságából származik. Ennek kiszűrése pedig hiba volna.

A 2-4. ábrák a hatékonyságvizsgálat eredményeit szemléltetik. A 2. ábrán látható eredmények kiszámításához a módszer fejlesztői által ajánlott, illetve konvención alapuló parametризációkat alkalmaztunk. A Magyarországon elterjedten alkalmazott MASH módszer eredményét a hozzá tartozó oszlop vonalkázásával emeltük ki. A 3. ábrán minden egyes módszernél olyan hatékonyságok is feltüntetésre kerültek, amelyeket előzetes optimalizálás alapján rögzített paraméterek alkalmazásával értünk el. Megjegyezzük, hogy a paraméter-optimalizálást nem kifejezetten a trendbecslés céljából végeztük, hanem többféle statisztikai tulajdonság kombinált hatékonysági mutatója alapján történt a parametризációk meghatározása (Domonkos, 2007). A 3. ábrán is vonalkázással emeltük ki a MASH eredeti és optimalizált parametризációjához tartozó eredményeket.

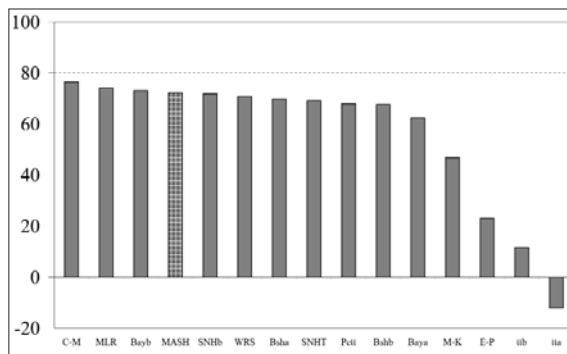
Az ábrák azt mutatják, hogy az elterjedten alkalmazott homogenizáló módszerek többségével az inhomogenitások okozta becslési hiba nagyobb hányada kiküszöbölhető, hiszen a hatékonyságok általában jócskán meghaladják az 50%-ot, túlnyomó részük 70% körül szóródik. Lényegesen gyengébb eredményeket csak a t-próbánál és az M-K teszténél, valamint az E-P eredeti parametризációjánál látunk. Első rátekintésre meglepőnek tűnhet, hogy a módszerek többségénél egymáshoz közeli hatékonyság értékeket kaptunk. Vegyük azonban

figyelembe, hogy az inhomogenitások között vannak olyanok, amelyek vizuálisan is megállapíthatók, ezeket gyakorlatilag minden homogenizáló módszer felismeri, míg vannak olyan, zajjal erősen elegyedett inhomogenitások, amelyek felderítése semmilyen statisztikai eszközzel sem lehetséges.

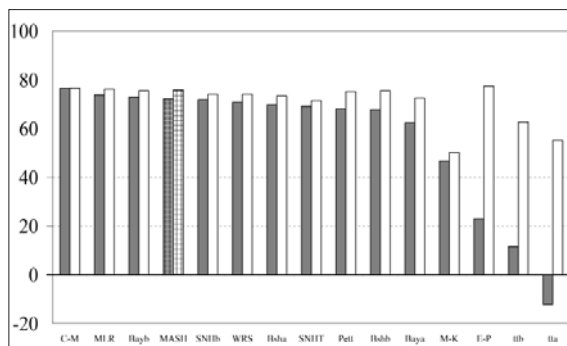
A paraméter-optimalizálás eredményeként minden módszernél növekedett a hatékonyság. A javulás mértéke általában csak néhány százalék, kivéve azokat a módszereket, amelyek eredeti parameterezésével egyértelműen alkalmazhatatlanok a trendbecslés elvárható mértékű megbízhatóvá tételére.

A 4. ábra tartalmi szempontból nem közöl új információt, csupán a skála és az elrendezés megváltoztatása miatt látszódnak másképpen az eredmények. Ez az ábra azt szemlélteti, hogy bár a paraméteroptimalizálással elérhető hatékonyságjavulás százalékokban kifejezve kicsi, az eredeti parametризációval viszonylag alacsony hatékonyságot elérő módszerek „leelözhetik” a rangban előrébb állókat optimális paraméterek alkalmazásával. Ez az eredmény azért is fontos, mert a számított hatékonyságok számértékénél lényegesebb a módszerek közötti rangsorrend, a konkrét hatékonyságok ugyanis erősen függenek az idősorok statisztikai tulajdonságaitól (nincs szemléltetve).

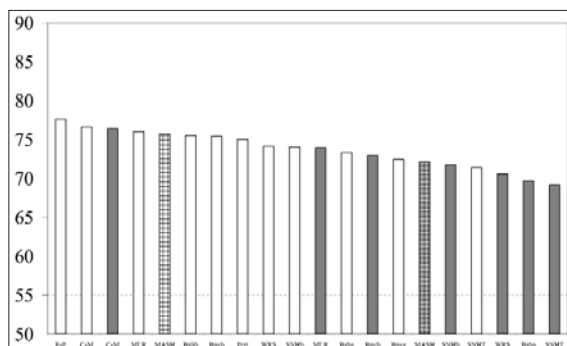
Eredményeink igazolják, hogy a Magyarországon általánosan alkalmazott MASH homogenizáló módszer



2. ábra. Homogenizáló módszerek hatékonysága az éghajlati trendek becslése szempontjából legalább 0,4 autokorrelációjú relatív idősorok esetén. A MASH módszert vonalkázott oszlop szemlélteti.



3. ábra. Hasonló, mint a 2. ábra, de üres oszlopokkal az optimalizált paraméterekhez tartozó hatékonyságokat is ábrázoltuk



4. ábra. Homogenizáló módszerek hatékonysága. Szürke oszlop: eredeti parametризáció, üres oszlop: optimalizált parametризáció, vonalkázott oszlop: MASH

hatékonysága élvonalbeli. Mindazonáltal a 4. ábráról az is leolvasható, hogy paraméter-optimalizálással, valamint egyéb módszerekkel történő kombinálással további hatékonyságjavulás lehet elérhető.

### Konklúziók

- Az objektív homogenizáló módszerek alkalmazásával lényegesen növelhető a trend-becslések megbízhatósága.
- Tekintettel arra, hogy a hazai fej-



lesztésű MASH módszer világvizonylatban élvonalbeli hatékonyságú, kívánatos, hogy az alkalmazott klimatológiai kutatásokban nagyobb következetességgel ragaszkodjunk az Országos Meteorológiai Szolgálat homogenizált adatbázisának felhasználásához.

- A paraméterek optimalizálásával a homogenizáló módszerek további hatékonyság-javulása érhető el.

A téma iránt érdeklődőknek ajánljuk még a következő magyar nyelvű irodalmakat is: *Szentimrey (1994 és 2007)*.

**Dr. Domonkos Péter**

### Irodalom

- Aesawy, A.M. and Hasanean, H.M., 1998:* Annual and seasonal climatic analysis of surface air temperature variations at six southern Mediterranean stations. *Theor. Appl. Climatol.* 61, 55-68.
- Alexandersson, H., 1986:* A homogeneity test applied to precipitation data. *J. Climatol.* 6, 661-675.
- Alexandersson, H. and Moberg, A., 1997:* Homogenization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *Int. J. Climatol.* 17, 25-34.
- Bartholy J., Pongrácz R., Matyasovszky I. és Schlangel V., 2004:* A XX. században bekövetkezett és a XXI. századra várható éghajlati tendenciák Magyarország területére. *Agro-21 Füzetek*, 33, 3-18.
- Buishand, T.A., 1982:* Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *J. Hydrology* 58, 11-27.

*Caussinus, H. and Lyazrhi, F., 1997:* Choosing a linear model with a random number of change-points and outliers. *Ann. Inst. Statist. Math.*, 49/4, 761-775.

*Caussinus, H. and Mestre, O., 2004:* Detection and correction of artificial shifts in climate series. *J. Roy. Stat. Soc. Series C*, 53, 405-425.

*Domonkos, P., 2006:* Application of objective homogenization methods: Inhomogeneities in time series of temperature and precipitation. *Időjárás*, 110, 63-87.

*Domonkos, P., 2007:* Testing of homogenization methods: purposes, tools and problems of implementation. *Proceedings of the 5th Seminar and Quality Control in Climatological Databases* (in press).

*Domonkos, P. and Tar, K., 2003:* Longterm changes in observed temperature and precipitation series 1901–1998 from Hungary and their relations to larger scale changes. *Theor. Appl. Climatol.* 75, 131-147.

*Ducré-Robitaille, J-F., Vincent, L.A. and Boulet, G., 2003:* Comparison of techniques for detection of discontinuities in temperature series. *Int. J. Climatol.* 23, 1087-1101.

*Easterling, D.R. and Peterson, T.C., 1995:* A new method for detecting undocumented discontinuities in climatological time series. *Int. J. Climatol.* 15, 369-377.

*Karl, T.R. and Williams Jr., C.N., 1987:* An approach to adjusting climatological time series for discontinuous inhomogeneities. *J. Climate Appl. Meteor.* 26, 1744-1763.

*Kyselý, J. and Domonkos, P., 2006:* Recent increase in persistence of atmospheric circulation over Europe: comparison with long-term variations since 1881. *Int. J. Climatol.* 26, 461-483.

*Mika J., Jankó Sz.I., Horváth Sz., Makra L., Pongrácz R. és Dunkel Z., 2004:* Palmer-féle aszályindex Magyarországon: értelmezés,

statistikák, párhuzam a globális klímaváltozással. In: *IV. Erdő és Klíma Konferencia* (szerk: Mátyás Cs. és Vig P.), Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 99-112.

*Moberg, A. and Alexandersson, H., 1997:* Homogenization of Swedish temperature data. Part II: Homogenized gridded air temperature compared with a subset of global gridded air temperature since 1861. *Int. J. Climatol.* 17, 35-54.

*Percival, D.B. and Rothrock, D.A., 2005:* "Eyeballing" trends in climate time series: a cautionary note. *J. Climate*, 18, 886-891.

*Peterson, T.C. and 20 co-authors, 1998:* Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *Int. J. Climatol.* 18, 1493-1517.

*Pettitt, A.N., 1979:* A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics* 28, 126-135.

*Sneyers, R., 1997:* Climate chaotic instability. Statistical determination - theoretical backgrounds. *Environmetrics* 8, 517-532.

*Szentimrey T. 1994:* Magyarországi hőmérsékleti adatsorok inhomogenitásainak becslése. *Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok*, 2 (Szerk. Szalai S. és Dunay S.), Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 42pp.

*Szentimrey, T., 1999:* Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH). *Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data* (Ed. Szalai, S., Szentimrey, T. and Szinell, Cs.), WCDMP 41, WMO-TD 968, Geneva, 27-46.

*Szentimrey T. 2007:* Meteorológiai adatsorok homogenizálása. *V. Erdő és Klíma Konferencia* (Szerk. Mátyás Cs. és Vig P.), Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 31-44.

*Vincent, L.A., 1998:* A technique for the identification of inhomogeneities in Canadian temperature series. *J. Climate* 11, 1094-1104.

### Tudományos elismerés

A firenzei Accademia dei Geofili levelező tagjának választotta *dr. Dunkel Zoltánt* 2007. december 18-án tartott ülésén.

Az erről szóló oklevél ünnepélyes átadására ez év április 11-én Firenzében került sor a Palazzo Vecchio dísztermében, az Akadémia 255. éves közgyűlése keretében, *Mariann Fischer Boel*, az Európai Unió agrár ügyekért felelős bizottsági tagjának előadását követően.

A kitüntetéshez a Légkör szerkesztőbizottsága is melegen gratulál.

A kitüntetés színhelye ➤





## A csupasz talaj- és a növényi párolgás összehasonlító vizsgálata

### Bevezetés

Van-e hasonlóság a csupasz talaj és a növényzet párolgása között? A két összetevőt: a csupasz talaj párolgását (evaporációt), valamint a növényi párolgást (transpirációt) nehéz szétválasztani és megkülönböztetni a teljes párolgás (evapotranspiráció) áramában. Ugyanakkor jó lenne ismerni az alapvető különbségeket vagy hasonlóságokat, mert az evapotranspiráció meghatározó tényező az agrometeorológiai alkalmazásokon túl akár a légszennyezés akár az időjárás modellezésében.

A témakör tárgyalása talán könynyebb, ha a hasonlóságok helyett a különbségekről beszélünk. A csupasz talajfelszín párolgása csak fizikai tényezőktől függ, míg a növényi párolgás biofizikai jelenség, azaz élettanilag is szabályozott folyamat. A növényi párolgás gázcsereenyíléseken (sztómákon) keresztül történik; ezek nyitódását, záródását a globálisugárzás, a levegő vízgőzhány, hőmérséklete és a talaj vízellátottsága határozza meg. Például, ha csökken a talajnedvesség, vagy a növény számára már kedvezőtlenül magasra emelkedik a léghőmérséklet, akkor a sztómák záródnak. Így lelassul a gázcsere, a növény kevesebb vizet veszít (a sztómák vezetőképesége lecsökken), de a növekedése is lassul.

Mindezek után kérdezhetjük, hogy e különbözőségek ellenére parametrizálható-e elfogadható pontossággal az evaporáció és a transpiráció hasonló elvek és/vagy módszerek alapján? Tanulmányunkban e kérdést járjuk körül az evaporáció és a transpiráció összehasonlító vizsgálatával.

### Adatok és módszer

#### Légköri és talajadatok

A numerikus vizsgálatok elvégzéséhez légköri határfeltételekre és talajadatokra van szükség.

A légköri határfeltételeket a braunschweigi szinoptikus állomás 1992-ben mért adatai alkotják. Az adatsor negyedórás felbontásban tartalmazza a globálisugárzást, a légköri visszasugárzást, a léghőmérsékletet, a légnedvességet, a szélességet és a csapadék mért értékeit. Az adatsor részletes leírása megtalálható Ács és Drucza (2003) munkájában. A futtatásokat homok- és agyagtalajokra végeztük. Az alkalmazott paramétereket a kezdeti feltétellel együtt az 1. táblázat tartalmazza.

Paraméter	Homok	Agyag
$\theta_c$ (focvadáspontoz tartozó talajnedvesség-tartalom) [m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]	0,068	0,286
$\theta_s$ (szabadföldi vízkapacitáshoz tartozó talajnedvesség-tartalom) [m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]	0,135	0,367
$\theta_l$ (telítési talajnedvesség-tartalom) [m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]	0,395	0,482
kezdeti talajnedvesség-tartalom érték [m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]	0,1	0,34

1. táblázat: A talaj fontosabb hidrofizikai állandói és a szimulációkban használt kezdeti talajnedvesség-tartalom érték

### A modell

A talajnedvesség-tartalom előrejelzését egy háromrétegű talajmodellel (Ács és Lőke, 2001) végeztük. Mivel a párolgás parametrizálása jelentősen módosult, ezért azt részletesen ismertetjük.

A potenciális párolgás (PET) csak a légköri tényezőktől függ, ugyanis a felszíni tényezők hatása elhanyagolható jó vízellátottság esetén. A PET-et Penman-Monteith képletéből számítjuk:

$$PET = \frac{\Delta A_e + \frac{\rho c_p \delta e}{R_a}}{\Delta + \gamma}, \quad (1)$$

ahol  $\Delta$  a vízgőz telítési görbéjének hajlata az adott hőmérsékleten,  $A_e$  a felszínen rendelkezésre álló energiaáram,  $\rho$  a levegő sűrűsége,  $c_p$  a levegő állandó nyomáson vett fajhője,  $\delta e$  a vízgőzhány,  $\gamma$  a pszichrometrikus állandó és  $R_a$  az aerodinamikai ellenállás.

Az MM5 modellben (Mahrt and Ek, 1984) a PET a szabad vízfelszínre vonatkozik. Tanulmányunkban viszont a PET csupasz talajra vonatkozik. A csupasz talajra és a növényekre vonatkozó potenciális párolgás nyilván nem egyenlő, pél-

dául az érdességbeli különbségek miatt. Ám e különbségek nem nagyok, első közelítésben elhanyagolhatóak, vagyis  $PE^v \approx PE^b$ -vel. Ezért ábráinkon mindig a csupasz talajra vonatkozó potenciális evaporáció ( $PE^b$ ) értékeit tüntettük fel.

A növények transpirációját ( $T^v$ ) és a csupasz talaj párolgását ( $E^b$ ) a növényekre ( $PE^v$ ) és a csupasz talajra ( $PE^b$ ) vonatkozó potenciális párolgás függvényében becsüljük az ún.  $\beta$  függvény alkalmazásával. Látható, hogy csupasz talaj esetén  $b$  (bare soil), míg a növények esetén  $v$  (vegetation) felső indexet használunk. A függvény a tényleges párolgás és a potenciális evaporáció arányával egyenlő, s egyaránt függ a talaj- és a légköri tényezőktől:

$$T^v = \beta^v \cdot PE^v \text{ illetve } E^b = \beta^b \cdot PE^b \quad (2)$$

A  $\beta^{b/v}$  függvény többféleképpen parametrizálható (4a, 4b, 4c képletek). Az alábbiakban e parametrizációkat részletesen fogjuk ismertetni.

#### Tényleges párolgás

Ahogy a bevezetésben is említettük, a különböző szabályozó tényezők miatt a csupasz talaj és a növények párolgása eltérő. Ezt az eltérést a  $\beta$  függvény segítségével fejezzük ki, azaz különbözőképpen parametrizáljuk a  $\beta^b$  és a  $\beta^v$  függvényeket.

#### Csupasz talaj

A csupasz talaj tényleges evaporációját ( $E^b_i$ ) a következő képlettel becsüljük:

$$E^b_i = \beta^b_i \cdot PE^b \quad (3)$$

Esettanulmányunkban a  $\beta^b_i$ -re három különböző alakot – egy konvex (4a), egy konkáv (4b) (Mintz and Walker, 1993) és egy (4c) lineáris alakot – használunk:

$$\beta^b_1 = \beta_1 = x^e, \quad (4a)$$

$$\beta^b_2 = \beta_2 = 1 - e^{-6,8 \cdot x}, \quad (4b)$$

$$\beta^b_3 = \beta_3 = x. \quad (4c)$$

Amint a bevezetésben is említettük, a csupasz talaj párolgása csak a talajnedvesség függvénye.

Így az alakja:

$$x = \begin{cases} 1, & \text{ha } \theta > \theta_f \\ \frac{\theta - \theta_w}{\theta_f - \theta_w}, & \text{ha } \theta_w < \theta \leq \theta_f \\ 0,001, & \text{ha } \theta \leq \theta_w \end{cases} \quad (5)$$

ahol  $\theta_w$  a hervadásponthoz tartozó talajnedvesség,  $\theta_f$  a szabadföldi vízkapacitáshoz tartozó talajnedvesség,  $\theta_s$  a telítési talajnedvesség-tartalom. Az adott talajra vonatkozó értékeket az 1. táblázat tartalmazza.

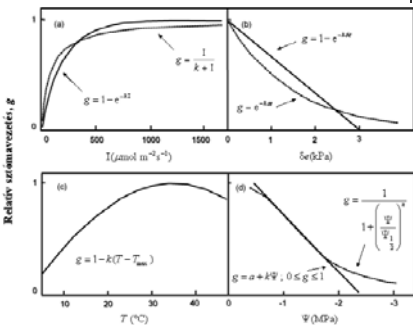
**Növényzet**

A növények transpirációját ( $T^v_i$ ) Chen and Dudhia (2001), valamint Ács szóbeli közlése alapján a következőképpen számítjuk. A levezetés részletesebb bemutatása nélkül csak az alábbi képleteket mutatjuk be, de úgy, hogy a modell reprodukálható legyen.

$$T^v_i = \beta^v_i \cdot PE^v \quad (6)$$

$$\beta^v_i = \frac{C'+1}{C'+1 + \frac{R_c}{R_a}} \quad (7)$$

A csupasz talajjal szemben  $\beta^v$  függ a növény felszíni ellenállásától ( $R_c$ ) és a növényállomány feletti aerodinamikai ellenállástól ( $R_a$ ) is. Az  $R_c$  viszont a sztómák működését szabályozó meteorológiai elemek hatásfüggvényei alapján becsültük. Ezek szerint a hatásfüggvények nagysága 0 és 1 között változik. A globálsugárzás, a vízgőzhiány, a léghőmérséklet, és a talaj vízellátottságának hatásfüggvényeit Jarvis (1976) határozta meg megfigyelések alapján. Az általunk alkalmazott hatásfüggvények



1. ábra: A relatív sztómavezetés (g) alakulása az irradiancia (I), a vízgőzhiány ( $\delta e$ ), a léghőmérséklet (T) és a levélvíz-potenciál ( $\psi$ ) függvényében Jones (1983) nyomán. Az ábrákon a mérési eredményekre illesztett leggyakrabban használt függvényalakok vannak feltüntetve (a, k, n konstans értékek).

alakját (11–14 egyenletek) az 1. ábra szemlélteti (Jones, 1983). F1, F2, F3 és F4 rendre a sugárzásra (1.ábra a része), a vízgőzhiányra (1.ábra b része), a léghőmérsékletre (1.ábra c része) és a vízellátottságra (1.ábra d része) vonatkozó hatásfüggvények. Láthatjuk, hogy a globálsugárzás növekedésével a sztómák nyitottsága exponenciálisan növekszik, a vízgőzhiány növekedésével viszont lineárisan csökken. A hőmérsékleti hatásfüggvény kupola alakú, azaz van egy optimális hőmérséklet, amelyen a sztómák nyitottsága maximális. A talajnedvesség változása csak a hervadásponthoz és a szabadföldi vízkapacitás közötti tartományban fontos. E tartományban a talajnedvesség csökkenésével a sztómák nyitottsága lineárisan csökken.

$$C' = \frac{\Delta}{(1+B') + \bar{a}} \quad (8)$$

$$B' = \frac{4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^3}{\rho \cdot \frac{c_p}{R_a}} \quad (9)$$

$$R_c = \frac{R_{c \min}}{LAI \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4} \quad (10)$$

$$F1 = \frac{\frac{R_{c \min}}{R_{c \max}} + (0,55 \cdot \frac{S}{R_{gl}} \cdot \frac{2}{LAI})}{1 + (0,55 \cdot \frac{S}{R_{gl}} \cdot \frac{2}{LAI})} \quad (11)$$

$$F2 = 1 - \delta \varepsilon \cdot c_v \quad (12)$$

$$F3 = 1 - 0,0016 \cdot (T_{opt} - T)^2 \quad (13)$$

$$F4 = \beta^b_i = \beta_i \quad (14)$$

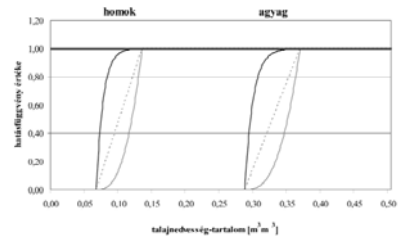
A fenti képletekben az emisszivitást jelent (értéke 1),  $\sigma$  a Stefan-Boltzmann állandó,  $R_{c \min}$  a minimális sztómellenállást,  $R_{c \max}$  a kutikulaellenállást, LAI a levélfelületi indexet,  $T_{opt}$  az optimális hőmérsékletet, S a globálsugárzást,  $R_{gl}$  a fotoszintetikusan aktív sugárzást és  $c_v$  a növény-specifikus állandót jelöli.

**Eredmények**

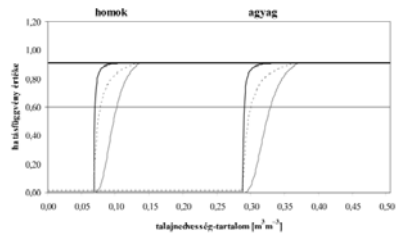
**A  $\beta$  függvények**

Vessük össze először a  $\beta$  függvényeket! A  $\beta^b_i$  és a  $\beta^v_i$  függvények talajnedvesség-tartalom szerinti változását homok és agyag esetén a 2. és a 3. ábra szemlélteti. Mivel a  $\beta^b_i$  (csupasz talaj) csak a talajnedvesség-tartalom függvénye (4a, 4b, 4c képle-

tek), a  $\beta^v_i$  (növények) becslése (lásd 7. egyenletet) során olyan határfeltételeket használtunk (globálsugárzás:  $800 \text{ Wm}^{-2}$ , a levegő telített, a levegő hőmérséklete egyenlő a növényre vonatkozó optimális hőmérséklettel és a szél sebessége  $2 \text{ ms}^{-1}$ ), melyek alapján az F1, F2 és az F3 hatásfüggvények egyenlők 1-gyel.



2. ábra: A csupasz talaj párolgását jellemző  $\beta^b_i$  függvény változása a talajnedvesség-tartalom függvényében



3. ábra: A növényzet párolgását jellemző  $\beta^v_i$  függvény változása a talajnedvesség-tartalom függvényében (a globálsugárzás értéke minden esetben  $800 \text{ Wm}^{-2}$ , a szélesebbesség  $2 \text{ ms}^{-1}$ , a levegő telített, a léghőmérséklet  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ )

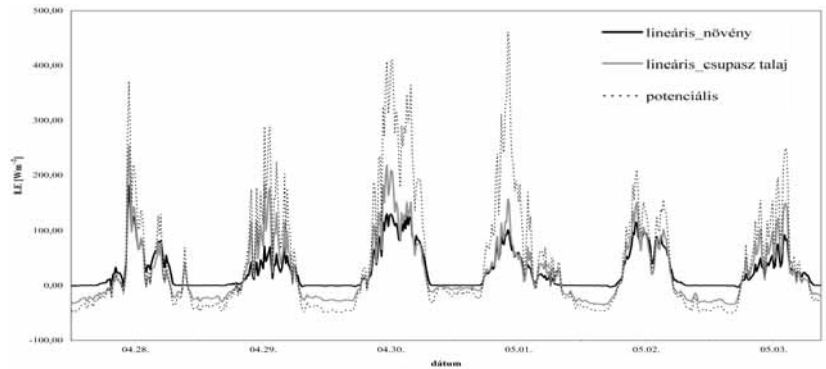
A csupasz talajra és növényekre vonatkozó  $\beta$  függvények várakozásunknak megfelelően észrevehetően különböznek. E különbözőség a lineáris alak esetén (lásd 4c. és 14. egyenletet) a legszembetűnőbb. Észrevehető, hogy a  $\beta^b_i$  (4a, 4b, 4c képletek) 0 és 1 között változik, ezzel szemben a  $\beta^v_i$  legnagyobb értékei 0,9 körül vannak. Látható az is, hogy növényzet esetén (14. egyenlet) a  $\beta^v_3$  függvény nem lineáris, hanem konvex alakú. Ezen eltérések magyarázata az, hogy csupasz talaj esetén a  $\beta^b_i$  függvények csak a talajnedvesség-tartalom függvényében változnak, ezzel szemben a  $\beta^v_i$  függvények a talajnedvesség-tartalom mellett a globálsugárzás, a léghőmérséklet és a szélesebbesség függvényében is.

E hatások az  $\frac{R_c}{R_a}$  tagban vannak „elrejtve”. A 6. egyenlet alapján nyilvánvaló, hogy  $\beta^v_i$  akkor tart az 1-hez, ha az  $\frac{R_c}{R_a}$  hányados minimális és megközelíti a nullát. Ez akkor fordul elő, ha nedves a talaj ( $R_c \approx 40\text{--}60 \text{ sm}^{-1}$ ) és stabilis a légrétegződés ( $R_a \approx 1000 \text{ sm}^{-1}$ ). Választott határfeltételeink mellett ( $800 \text{ W m}^{-2}$ , optimális hőmérséklet,  $2 \text{ ms}^{-1}$ )  $C'$  értéke ebben az esetben nagyobb az  $\frac{R_c}{R_a}$ -nál így  $\beta^v_i = 0,96$ . Hasonlóképpen,  $\beta^v_i$  akkor tart 0-hoz, ha az  $\frac{R_c}{R_a}$  hányados sokkal nagyobb  $C'+1$  értéknél (pl. ha a talaj száraz és labilis a légrétegződés). Mindezek alapján látható hogy a  $\beta^v_i$  függvények igen erősen függenek mind a talaj, mind a légköri tényezőktől.

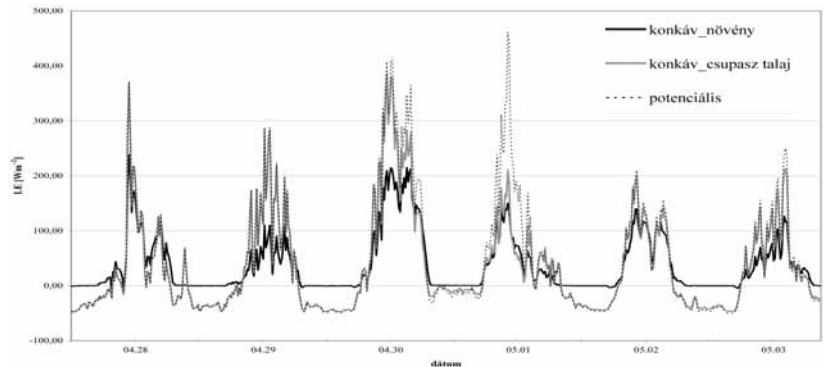
### A tényleges párolgás és a talajnedvesség

A csupasz talaj és a növényzet tényleges párolgását, a csupasz talaj potenciális párolgását, valamint a talajnedvesség-tartalmat agyag és homok esetén az adott kezdeti feltételre a 4–9. ábrákon láthatjuk. Helyszűke miatt csak a konkáv (4b. és 14. egyenlet) és a lineáris (4c. és 14. egyenlet) alakokhoz tartozó legszélsőségesebb eseteket mutatjuk be.

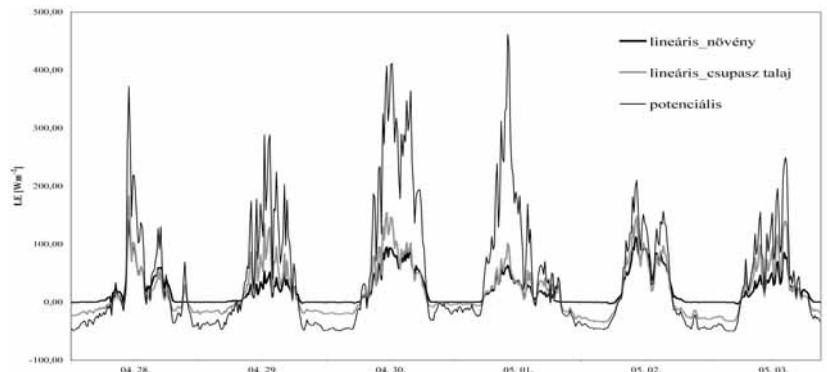
A párolgási görbék napi menete hasonló. Értelemszerűen a  $PE^b$  értékek a legnagyobbak. A nappali időszakban a csupasz talaj párolgása az összes parametrizáció esetén nagyobb, mint a növények párolgása. Első pillanatra ez ellentmondásosnak tűnik, főleg akkor, ha a 3. ábrán látható  $\beta^v_i$  függvényeket vesszük szemügyre. Az ábra alapján a  $\beta$  lineáris és konkáv alakjához tartozó értékek a növényzet esetében nagyobbak, mint a csupasz talaj esetében, ugyanakkor a párolgás esetében ez fordítva van. Ennek oka az, hogy a 3. ábrán látható  $\beta^v_i$  függvények számításakor a hatásfüggvények ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) maximális értékeivel (1-nek vet-



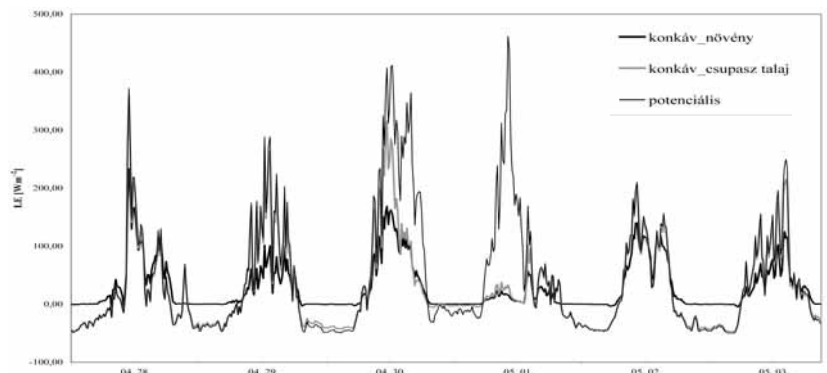
4. ábra: A csupasz talaj és a növényzet párolgásának időbeli változása (agyag, lineáris forma)



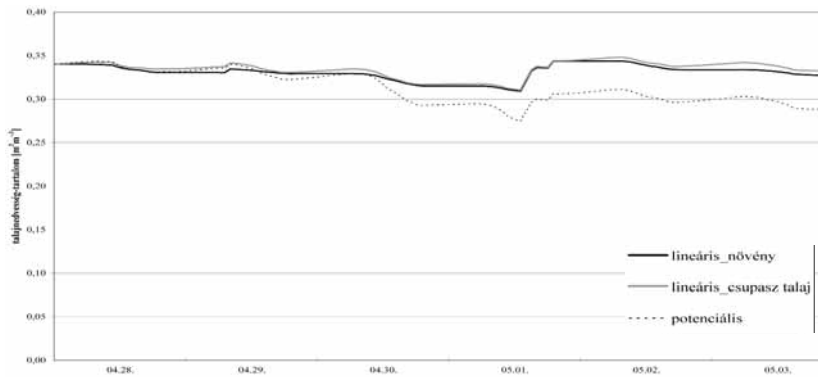
5. ábra: A csupasz talaj és a növényzet párolgásának időbeli változása (agyag, konkáv forma)



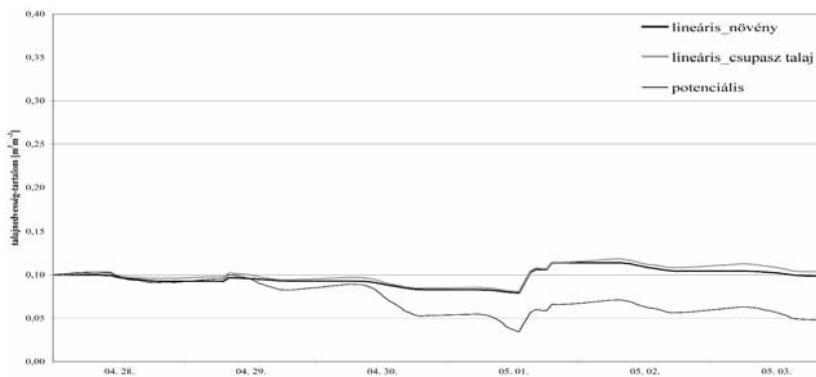
6. ábra: A csupasz talaj és a növényzet párolgásának időbeli változása (homok, lineáris forma)



7. ábra: A csupasz talaj és a növényzet párolgásának időbeli változása (homok, konkáv forma)



8. ábra: A csupasz talaj és a növényzet alatti talaj nedvesség-tartalmának időbeli változása (agyag, lineáris forma)



9. ábra: A csupasz talaj és a növényzet alatti talaj nedvesség-tartalmának időbeli változása (homok, lineáris forma)

tük) számoltunk, míg a párolgás számításakor a hatásfüggvények aktuális, 1-nél kisebb értékeivel kell számolnunk. Ezek az értékek 0,5 körüliek. Továbbá a lineáris alakhoz tartozó  $\beta^b_i$  (4c. és az 5. egyenlet) (mely csak a talajnedvesség függvénye) jelentősen eltér a lineáris alakhoz tartozó  $\beta^v_i$ -től (6.–14. egyenletig tartozó képlet sor).

A diagramok alapján nincs éjjeli harmatképződés a növényzetten. Ennek magyarázata szintén a hatásfüggvényekben keresendő. Mivel éjjel a globálsugárzás nulla, ezért az  $F_1$  hatásfüggvény értéke a 11. egyenlet alapján 0,008, ami az  $R_c$ -t 14000  $\text{sm}^{-1}$  körüli értékre növeli. Így  $\beta^v_i$  elhanyagolhatóan kicsivé válik (0,005), aminek következtében az éjjeli harmatképződés szinte nullára csökken.

Vegyük észre azt is, hogy a csupasz talaj és a növényzet alatti talaj nedvességtartalma igen keveset tér el egymástól, azaz a két nedvességtartalom szinte egyenlőnek vehető (lásd a 8. és a 9. ábrát). E tény arra enged

következtetni, hogy első közelítésben a két párolgási áram megközelítően egyenlőnek vehető, annak ellenére, hogy az evaporáció valamelyest nagyobb volt, mint a transpiráció.

### Összefoglalás

A bemutatott parametrizációk az MM5 mezoskálájú modell (NCAR/Penn State Fifth Generation Mesoscale Model) parametrizációs csomagjának egyik eleme (Chen és Dudhia, 2001). A csupasz talaj és a növények párolgásának összehasonlító vizsgálatát a braunschweigi adatbázison vizsgáltuk különböző textúrák és nedvességi állapotok feltételezésével. Numerikus vizsgálatunkban a vízellátottság hatását kifejező függvényekre (4a, 4b, 4c és 14 egyenlet) összpontosítottunk, ugyanis az MM5 modell rendszerben csak a lineáris alakok (4c egyenlet) szerepelnek.

Eredményeink alapján észrevehető különbségek vannak a csupasz talaj

és a növényzet párolgása között a parametrizációk hasonlósága ellenére is. Ennek legszembetűnőbb bizonyítékát a 2. és a 3. ábrák szolgáltatják. Eredményeink alapján azt mondhatjuk, hogy a csupasz talaj intenzívebben párologtat, mint a növényzet.  $\beta^v$  (növény) értékét a sugárzás, a vízgőzhiány és a léghőmérséklet hatásfüggvényei lecsökkentik, így kisebb lesz, mint a  $\beta^b$  értéke (csupasz talaj).

A mindenkori modelleknek ezen karakterisztikákat számításba kell venniük a céljaiknak megfelelően.

**Ács Ferenc egyet. docens**  
**Szinyei Dalma doktorandusz,**  
**ELTE TTK Meteorológiai**  
**Tanszék**

### Források

- Ács F., Drucza M., 2003: A légköri rétegződés hatása a szárazföldi felszíni turbulens áramok intenzitására. *Légkör*, 2. szám. 9-16.o. old.
- Ács, F., Lőke, Zs., 2001: Biofizikai modellezés az agrometeorológiában. *Légkör*, 3. szám. 2-7.o. old.
- Chen, F., Dudhia, J., 2001: Coupling an Advanced Land Surface-Hydrology Model with the Penn State-NCAR MM5 Modeling System. Part I: Model Implementation and Sensitivity. *Monthly Weather Review* 129, 569-585.
- Jarvis, P. G., 1976: The interpretation of the variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 273, 593-610.
- Jones, H. G., 1983: Plants and microclimate. Cambridge University Press, 581 pp.
- Mahrt, L., Ek, M., 1984: The influence of atmospheric stability on potential evaporation. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23. 222-234.
- Mintz, Y., Walker, G. K., 1993: Global Fields of soil Moisture and Land Surface Evapotranspiration Derived from Observed Precipitation and Surface Air Temperature, *Journal of Applied Meteorology*, August 1993.

\* \* \*



## 20 éves a Montreali Jegyzőkönyv Megemlékezés Montrealban és Asgabatban



Ünnepi transzparens Asgabatban

A földi élővilágot a Napból érkező ultraibolya sugaraktól megvédő magaslégköri ózonréteg az 1970-es években veszélybe került. Egyes halogénezett szénhidrogének tömeges gyártása és világméretű felhasználása vezetett az ózonpajzs vékonyodásához. Az ennek következtében megnövekedett UV-B sugárzás számos káros hatást okoz mind az élővilágnak (bőrrák, szürke hályog, termés-csökkenés...) mind egyes anyagoknak (pl. műanyagok öregedése). A visszafordíthatatlan folyamatok megelőzése érdekében a természettudósok és politikusok nemzetközi összefogást sürgettek, ami a Montreali Jegyzőkönyv 1987-ben történő aláírásával megszületett. Azóta 20 év telt el, s ez a globális környezetvédelmi jogi eszköz mintaértékűvé vált elfogadottsága (191 ország csatlakozott), működési mechanizmusai és elért eredményei tekintetében (mérhetően lecsökkent a klór- és brómionok légköri koncentrációjának növekedése).

Ebben az írásban beszámolok a montreali évfordulós rendezvényekről, az Európai Unió és hazánk szerepéről az elért eredményekben, s végül bemutatom Türkmenisztánt, ahol már kora tavasszal egy regionális konferenciát egy kicsit a Montreali Jegyzőkönyv 20. évfordulójának szenteltek.

### Montreal

Montrealban rendezték 2007-ben a Montreali Jegyzőkönyv részes országainak 19. konferenciáját. Ennek keretében szeptember 16-án a Mont-

reali Jegyzőkönyv aláírásának 20. évfordulója tiszteletére ünnepi szemináriumot tartottak. Megnyitó beszédet mondott A. Steiner, a UNEP főigazgatója, C. Clériux a kanadai Környezetvédelmi Minisztérium miniszter-helyettese, Marco Gonzalez, az Ózontitkárság vezetője. A megnyitó tudományos előadásokat Rowland és Molina, Nobel-díjas kutatók tartották, akik 1974-ben fedezték fel az ózoncsökkenés problémáját, ami elvezetett a Montreali Jegyzőkönyv-höz. Ezen a napon három kategóriában 43 díjat osztottak ki. Hazánk részéről Dobó László és Lotz Tamás kollégáim kaptak kitüntetést a Jegyzőkönyv Műszaki és Gazdasági Paneljében végzett többéves munkájukért. Az ünnepi estélyen B. Mulronegykori kanadai miniszterelnök méltatta a Montreali Jegyzőkönyv eredményeit, s hangsúlyozta az iparral való együttműködés fontosságát. Az ipar vezette be a piacra az ózonkárosító halogénezett szénhidrogéneket, az ipar találta meg a helyettesítésükre alkalmas más vegyületeket vagy technológiákat. Az elmúlt két évtizedben az ózonkárosító anyagok felhasználásának 95%-át sikerült kiváltani. A hűsítőtechnikában a CFC-k, HCFC-k helyett már a természetes hűtőközegek és a HFC-k, a tűzvédelem terén a halonok helyett HFC-k, inert gázok, habok és porok, a mezőgazdasági talajfertőtlenítésben a metil-bromid helyett más vegyszerek és technológiák, a műanyagok habosításában CFC-k helyett más alapanyagok jellemzőek.

A kiváltásban fontos szerepet játszott a Sokoldalú Pénzügyi Alap, ahova a fejlettebb országok (köztük hazánk is) jelentős összegeket fizetnek évente, s azt a fejlődő országokban az ózonkárosító anyagok kiváltására fordítják.

A 19. konferencia legjelentősebb eredménye a HCFC-k gyorsított üte-

mű kiváltásának elfogadtatása volt a fejlődő országokkal. Így joggal remélhető, hogy 2060 körül visszaáll a kívánatos mértékű ózonszint.

Az Európai Unió a legújabb tudományos és műszaki eredményekre támaszkodva a Montreali Jegyzőkönyv kötelezettségein messze túl jutott már a belső szabályozásával. A HCFC-k felhasználása két év múlva tilos lesz, míg a fejlődő országok 2040-ig használhatják. Az EU elsőként korlátozta egyes fluortartalmú üvegházhatású gázok felhasználását is az ún. F-gáz rendeletben. Az ebben meghatározott intézkedések végrehajtása érdekében további tíz bizottsági rendelet készítése van folyamatban. Ezekon kívül szükség lesz még a hazai szabályozás módosítására is.

Az Európai Unió tagjaként Magyarország is részt vesz ebben a jogalkotási dömpingben és az intézkedések végrehajtásában. A húsz évvel ezelőtti 7000 tonna feletti évi ózonkárosító anyag felhasználásunkat 100 tonna közeli értékre csökkentettük. Szakmai segítséget nyújtunk a fejlődő országoknak. Több kelet-európai és közép-ázsiai ország kezdeményezésére létrejött egy olyan hálózat, amelyik a UNEP anyagi segítségével és szervezésében rendszeresen találkozik a Montreali Jegyzőkönyv kötelezettségeinek összehangolt teljesítése érdekében. Hazánk kezdettől fogva támogatta ennek a hálózatnak a munkáját, ez a segítségnyújtás jelenleg az ózonkárosító anyagok kiváltása terén szerzett tapasztalataink átadását jelenti. Az érdekelt országok 2007. március elején Türkmenisztánban jöttek össze, ahova meghívtak több előadás megtartására.

### Türkmenisztán

Közép-Ázsiában fekszik, nyugaton a világ legnagyobb tava, a Kaszpi-tenger határolja. Ha egy pár évtizeddel korábbi térképen nézzük a tavat,

hatalmas öblöt, a Kara-Bogaz-öblöt láthatjuk a keleti oldalán. Később ez az öböl sós tóvá alakult, az 1980-as évek elejére kiszáradt, s a legfrissebb térképeken már csak sós mocsarak (legalacsonyabb pontja -32 méter mélyföld) jelzik a körvonalát, s a tengerparton vasútvonal húzódik át rajta Türkmenbasi (az egykori Krasznovodszk, amit az oroszok alapítottak 1869-ben) és Bekdas között. Az országot északról Kazahsztán és Üzbegisztán, keletről Afganisztán, míg délről Irán határolja. Területe 488 100 km<sup>2</sup>, amit döntően a Karakum (türkmén térképeken Gara Gum, jelentése fekete-homok) sivatag foglal el. Ennek legnagyobb része homokszivatag, de szikes-, agyag-, kő- és kavicszivatatag is található. Délen húzódik a Kopet-dag vonulata, amelynek legmagasabb csúcsa az iráni határon lévő Rize 2942 méterrel. Erre a hegységre nézett a szállodai szobám ablaka, így jól láthattam, mennyire kopár. Apró tűlevelű fák rendezett sora jelzi azonban, hogy próbálkoznak fásítással.

Éghajlatát meghatározza fekvése és északi nyitottsága. A nyáron érkező légtömegek szárazak és forrók, télen pedig a hideg sarki légtömegek is eljutnak ideig. Az éghajlati elemek É-D-i irányban változnak. A nyár forró, a július középhőmérséklete északon 28 °C, délen 32 °C. A szinte állandóan felhőtlen, derűs időben perzselően tűz a nap, délen a kora délutáni hőmérséklet heteken át 40 °C fölötti. A sivatag homokfelszínén Repeteknél mértek már 79 °C-ot is 1915-ben. A januári középhőmérséklet északon -4 °C, dél felé jelentősen enyhül, 0 °C körüli, míg a tenger menti Atrak folyó környékén 4 °C. A csapadék évi átlagos mennyisége a Kara-kumban 100 mm-nél kevesebb, az előhegyvidékeken 300 mm-ig, a Kopet-dagban 400 mm-ig emelkedik. A csapadék a ciklontevékenység élnkülésekor, a tavaszi időszakban hull, majd több hónapos teljes szárazság követi.

Fő folyója az Amu-darja, amely az ország északkeleti területén folyik az Aral-tó felé. Az ország nagy részén

jellemző vízhiány pótlására több csatornát és víztározót építettek. A legnagyobb a Kara-kum-csatorna, amely jelenleg a világ leghosszabb hajózható öntözőcsatornája. A mellette lévő oázisokat, településeket látja el az Amu-darjából öntöző-, ipari és ivóvízzel, miközben az Aral-tó kiszárad.

A sivatagban csak helyenként fordulnak elő gyepek, félcserjék és cserjék. Délen a sivatagot rövid füvű sztyep váltja fel. A túlzott legeltetés a sivatag terjedését okozta. A sivatag jellegzetes állatai az ugrógér, a homoki nyúl, tatárantilop, sivatagi gekkó, a ragadozók közül előfordul az országban az aranysakál, a farkas, a türkmén sivatagi hiúz, a párduc és a tigris is.

Egyik nap a házigazdáink elvittek bennünket a Türkmenbasi lovardájába. Nagy területen fekvő, gondozott, elegáns istállók sora egy bemutatóhellyel. A lovászok gyönyörű türkmén lovakat vonultattak fel. Ez az egyik legősibb, már Kr. e. 2000-ben ábrázolt kultúrfajta. Nagyobb, nyúlánk termetével az Asszír, majd a Perzsa Birodalom idejében elkülönült a többi ázsiai, zömökebb, lassúbb mozgású, kisebb típustól. Számos régi magyar és erdélyi, „keleti vérű”-nek, „turáni eredetű”-nek jelzett ménes, illetve a mezőhegyesi ménes 79 cserkesz alapító lova is rokonságban állhatott a türkmén lovakkal. A bemutató végén bárki felülhetett a lovakra. Üzbég és kirgiz kollégáim nem igényeltek segítséget, profi módon ülték meg a paripákat. Visszafelé menet egy rendőr megállította buszunkat. A sofőr rutinosan a feje mögötti polcra leemelt néhány bankjegyet, a tenyerébe gyúrte, majd



Türkmen ló

kiszállva harsányan kezét fogott a rend éber őrével. Utána kérdeztem tőle, hogy követett-e el valamit, mert én semmit nem vettem észre. Azt mondta, semmit nem csinált, de ezt így szokták intézni.

Az állam területét a 7–8. században arabok foglalták el, az itt élő népek akkor tértek át a muzulmán hitre. A 13. században a mongolok foglalták el, majd a 16–17. században Perzsiához, valamint a Buhari Emírséghez és a Hivai Kánsághoz tartozott. 1865–1885 között orosz csapatok szállták meg. 1918–1920 között egy bolsevikellenes kormány került hatalomra, de 1920-tól a Turkesztáni Autonóm Szovjet Szocialista Köztársaság része lett. A Türkmen SzSZK 1924 októberében alakult, s 1925 májusában lett a Szovjetunió része. A szovjet rendszer kiépítésének részeként 1940-ben bevezették a cirill betűs írást, a hagyományos nomád pásztorkodás helyett az öntözéses földművelést és a letelepült állattenyésztést.

Az ország lakossága 5,8 millió fő, 89%-uk szunnita, 9%-uk orosz ortodox vallású. A lakosság 77%-a türkmén, 9%-a üzbég, 6%-a orosz, de a Szovjetunióban jellemző áttelepítések nyomán elég tarka a népesség.

Türkmenisztán 1991. október 27-én kiáltotta ki függetlenségét. E napon lett Szaparmurat Atajevics Nyijazov az elnök, aki rövid idő alatt személyi kultuszt alakított ki.



Türkmenbasi szobra

1992-ben újraválasztották, 1993-ban felvette a *Szaparmurat Türkmenbasi* (minden türkmének atyja) nevet. Törvénybe foglalták, hogy 70. születésnapjáig, 2010-ig hivatalában maradhat. Ebben megakadályozta 2006. december 21-én bekövetkezett halála. A személyi kultuszokban jártas grúz kollégám elmondta, hogy Türkmenbasihoz egészen másként viszonyul a nép, mint mondjuk Leninhez vagy Sztálinhoz annak idején. Türkmenbasit valóban tisztelik a legtöbben, mert amikor átvette az ország irányítását, bizonytalan politikai és gazdasági helyzet uralkodott. Türkmenisztán megőrizte függetlenségét, s főleg hatalmas gáz- és olajkészleteinek köszönhetően, gyors növekedési pályára állt. Ezt látszik igazolni a fővárosban tapasztalt nagy építkezések sora.



Új épületek sora Ashgabatban

2007 februárjában *Gurbanguly Berdimukhammedovot* választották utódjául, azóta a tévéadásokban zömmel őt láthatja és hallhatja a lakosság. 1996-ban az orosz helyett a türkmén lett a hivatalos nyelv, 2000-től elnöki rendeletre hivatalos fórumokon csak ezt használják. Írásban is a török nyelvben használatos betűkre tértek át az orosz helyett. Türkmenül közel sem beszél mindenki. A jobb városi iskolákban orosz a tanítási nyelv. A fővárosban az oroszul mindenhol lehet boldogulni, a türkmén nyelv használata inkább vidéken jellemző.

Gazdaságának legfőbb bevételi forrását a szénhidrogének bányászata és exportja képezi. Rövid idő alatt az egy főre jutó GDP megtízszereződött. Az embereknek nem kell fizetni a vízért, a fűtésért, a gázért és a telefonért. Egy dollárért 60 liter ben-

zint lehet vásárolni, ennek ellenére a főváros útjai nem voltak zsúfoltak a gépjárművektől. Ipara a mezőgazdasági termékeket dolgozza fel (élelmiszer-, textil- és bőripar). Textiliparuk még tartja magát. Az üzletekben, piacokon nem lehet kínai árut látni. A keleti szőnyegek között nagy múltra tekint vissza a türkmén szőnyeg. Fő díszítőelemei a növény- és állatvilág geometrikusan stilizált motívumai. Alapszínük vörös, uralkodóak a mély tónusú színek nyersfehérrel, barnával, feketével. Ellátogatunk a főváros híres szőnyegmúzeumába. Feltűnt a bejáratnál, hogy ez az intézmény nem a Türkmenbasi nevet viseli. Megkérdeztem hát kísérőmet, vajon kiét. A válasz: Türkmenbasi édesanyjátét.

A lakosság nagy része öntözött oázisokban él és főként gyapottermesztéssel foglalkozik. A gyapot mellett fontosabb termesztett növények a rizs, a szőlő, a gyümölcsök és zöldségek.



Gyapottal teli zsákok



Keleti fűszerek, édességek és gyümölcsök egy ashgabat-i piacon

Főbb kereskedelmi partnerei Ukrajna, Olaszország, Oroszország, Irán, Törökország. Ötszillagos szállodánk vezetője egy olasz fiatalember volt, aki nagyon elégedett az ottani lehetőségekkel. Gondoskodott arról, hogy a helyi ételek mellett pizza és

olasz borok is kerüljenek az asztalra. Egy éjszakai szállás mindössze 60 dollárba került.

Hogy még nem épült ki teljesen a piacgazdaság, az jelzi, hogy míg a hivatalos árfolyamon egy dollárért 5200 manatot adtak, nem teljesen hivatalosan a konferencia rendezőitől 24 000-et kaphattunk.

Türkmenisztán fővárosa Ashgabat (oroszul Ashabad), 745 000 lakossal. 1881-ben alapították orosz erődítményként, majd fejlődését a karavánutaknak és a transzkaspi vasútvonalnak köszönhette. 1948-ban földrengés pusztította el. Vízhíányán az 1962-ben megépített Kara-kum-csatorna segítette. Az utak mellett csatornák szolgálják a fasorok és parkok vízellátását.



Középkori türkmén harcos egy fővárosi szökőkutas park



A nagy földrengés emlékére emelt szobor (a földgolyót tartó bika) Ashgabatban

A türkmén emberek nagyon barátságosak és a szerény orosz tudást is nagyra értékelik. Ez csak a repülőtéren megérkezésükkor nem volt tapasztalható. Késő éjjel szállt le gépem



Isztambulból jövet, s meglepő módon a magyar állampolgár vízum nélkül juthatott be. Ez azonban időben semmit nem lendített rajtam. Bár ez az egy gép érkezett azidőtájt, kb. két óra alatt jutottunk át az ellenőrzéseken. Ami tényleges ellenőrzést nem jelentett, csak európai nyelvet nem beszélő fontos egyenruhások sztohasztikus megjelenését és eltűnését.

A fővárosban örömmel vettem észre néhány ütött-kopott Ikarus buszt. Egyéb magyar vonatkozású dolgokat keresve tapasztaltam, hogy Vámbéry Ármin turkológus, nyelvész, orientalista utazót ismerik Türkmenisztánban. Ő a magyar nyelv török eredete mellett szállt síkra. Nekem is az volt a benyomásom, hogy sok türkmén ember arctípusa nagyon emlékeztetett egyes alföldi falvak lakosaira. A Richter Gedeon Gyógyszergyár egy telephelyét is felfedeztem.

A türkmén himnusz kezdetével fejezem be az írást:

The great creation of Turkmenbashi,  
Native land, sovereign state,  
Turkmenistan...

Ami szabad fordításban egy szerény megállapítás:

Türkménbasi nagy alkotása  
Szülőföldünk, a független állam,  
Türkmenisztán...

**Tóth Róbert**

## Helyesbítések

A Légekör 2007/1. számának 26. oldalán (Czelnai Rudolf 75 éves) az elhangzott előadások felsorolásából sajnálatosan kimaradt *Láng István: Időjárás, éghajlat, társadalom* címmel megtartott előadása.

A 23. oldal első táblázatában az Antarktiszon mért abszolút minimum hőmérséklet  $-89,2\text{ °C}$  (az előjel hiányzott).

A hibákért olvasóink elnézését kérjük.

## EUMETSAT teljes jogú tagságot előkészítő tárgyalások

Magyarország 1999. július 7. óta társult tagja az európai operatív meteorológiai műholdakat üzemeltető szervezetnek (EUMETSAT). Az öt évre szóló jogviszony két alkalommal meghosszabításra került, ez év december 31-én lejár. Magyarország 2009. január 1-től teljes jogú tagként kíván csatlakozni az EUMETSAT-hoz. A tárgyalások megkezdése érdekében az EUMETSAT főigazgatója, *Lars Prahm* Darmstadt-ba hívta a magyar Környezetvédelmi- és Vízügyi minisztert és küldöttségét.

A találkozóra 2007. december 5-én került sor. A magyar delegációt *Kovács Kálmán*, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) államtitkára vezette, tagjai voltak az OMSZ képviseletében *Bozó László* elnök és *Lábó Eszter* műhold-meteorológus. A baráti hangvételű fogadáson a csatlakozási feltételek kerültek tisztázásra, valamint a felek megállapodtak, hogy az előkészítő tárgyalásokat 2008. januárjában Budapesten folytatják. Megegyeztek abban is, hogy szükségszerű ugyanekkor egy szakmai információs előadás-sorozat is megrendezni az érintett minisztériumok szakemberei részére, az EUMETSAT adatok, produktumok széleskörű, a meteorológián túlmutató felhasználási területeiről, valamint a magyar űripar részvételi lehetőségeiről. A találkozót követően a tagságra vonatkozóan kedvező döntés született.

A januári találkozót 2008. január 24-én szerveztük. Az EUMETSAT főigazgatójának vezetésével hét tagú delegáció érkezett Budapestre. A küldöttség tagjai túlnyomó többségében a jogi, valamint a nemzetközi részleg vezetői és munkatársai voltak. Szakmai részről *Hans Peter Roesli*, a Svájci Meteorológiai Szolgálat (MeteoSwiss) nyugdíjazott munkatársa, jelenleg EUMETSAT tanácsadó érkezett. A délelőtt folyamán a KvVM-ben *Kovács Kálmán* államtitkár fogadta *Lars Prahmot* és a két fél képviselőit.

Ezt követően az OMSZ földszinti előadó termében a delegáció tagjai tájékoztatót tartottak az EUMETSAT működéséről, az adatok és szolgáltatások hasznosításáról, az ipari felhasználás széleskörű lehetőségeiről. *Lars Prahm* bemutatta az EUMETSAT működését, tevékenységi körét. *Hans Peter Roesli* az EUMETSAT adatok, termékek, szolgáltatások hasznosítási lehetőségeiről beszélt. *Paul Conet* az ipari felhasználás széleskörű lehetőségeit, valamint az EUMETSAT és az ESA kapcsolatát ismertette a hallgatósággal. A rendezvény keretében *Putsay Mária* műholdmeteorológus előadásában áttekintette az OMSZ és az EUMETSAT közötti együttműködés előnyeit.

Délután a Külügyminisztérium (*Gerelyes István és Grünwald Éva*), a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (*Lakosné Horváth Alojzia*) és az OMSZ képviselőinek közreműködésével a csatlakozást megelőző további jogi lépések egyeztetésére került sor. *Hans Peter Roesli* csütörtök délután és péntek délelőtt az OMSZ vendége maradt. Ennek során szakmai látogatást tett az időjárás előrejelzőknél, a HAWK3 fejlesztőinél, valamint a műhold-meteorológusokkal konzultált számos szakmai kérdésben.

A teljes jogú tagsághoz szükséges jogi eljárásokat 2008 folyamán kell lefolytatni. Folyamatban van az a tárgyközi egyeztetés, amely Magyarország hivatalos csatlakozását kérvényező miniszteri szándéknyilatkozat kiadásához szükséges. Ezt követően júliusban az EUMETSAT Tanácsa dönt a tagság ügyében. Az itthoni kormánydöntés után írja majd alá a két fél képviselője a csatlakozási szerződést, várhatóan 2008 ősz folyamán.

**Dobi Ildikó, Lábó Eszter,  
Putsay Mária**

EUMETSAT - European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, Meteorológiai Műholdak Hasznosításának Európai Szervezete

Társult tagsági szerződés aláírása 1999. július 7. 1003/1999 (I.18) Kormány Határozat; lejárt: 2004. július 6-án

Első hozzászólás aláírása: 2004. július 29. 2144/2004 (VI.15) Kormány Határozat; lejárt: 2005. december 31-én  
Második hosszabítás aláírása: 2006. június 6. 1372/2006 (VI. 18 Kormány Határozat); lejárt: 2008. december 31-én

## A DEBRECENI EGYETEM METEOROLÓGIAI OBSZERVATÓRIUMÁNAK NYOLCVAN ÉVE

Debrecenben az elsők között indultak meg az intézményesített keretek közt végzett meteorológiai észlelések hazánkban, így bár a Debreceni Egyetem Meteorológiai állomása 80 évvel ezelőtt kezdte meg működését, a meteorológiai megfigyelések hosszabb múltra tekintenek vissza városunkban.

A debreceni meteorológiai mérések lényegében civil kezdeményezésből, egy lelkes amatőr meteorológusnak köszönhetően kezdődtek el. *Tamássy Károly* gyógyszerész a belvárosban, a Simonffy és Piac utca sarkán lévő patikája udvarán rendezett be meteorológiai állomást és folytatott műszeres észleléseket 1854-től 1869-ig. Megfigyeléseit eljuttatta a Bécsi Meteorológiai Központba, ahonnan szakmai segítséget is kapott a további észlelésekhez. A megfigyelési naplók eredeti példányait ma az Országos Meteorológiai Szolgálat archívumában őrzik.

A debreceni meteorológiai észlelések történetének következő fontos állomása volt, amikor hosszabb előkészítő munka után megalakult a Magyar Királyi Debreceni felsőfokú Gazdasági Tanintézet. Az intézmény több helyen is működött a város területén és a gyakorlati oktatás számára a várostól 4 km-re északra, Pallagon gyakorló kerteket is kialakítottak. Itt az intézmény megnyitásának évében, 1868-ban egy éghajlati állomást is létrehoztak. A méréseket *Tormai Béla* az intézmény alapító igazgatója személyesen végezte, ami jelzi, milyen nagy jelentőséget tulajdonított a meteorológiai megfigyeléseknek.

1870-ben, az Osztrák-Magyar Monarchia bécsi meteorológiai intézetétől önállósodva megalakult a Magyar Királyi Meteorológiai és Földdelejeségi Intézet, amely az ország akkori területén működő meteorológiai állomások működ-

tetését átvette. Ennek a hálózatnak lett tagja a Debrecen-Pallag néven nyilvántartott éghajlati állomás. Az intézmény területén az eredeti állomás pontos helye nem ismert, de tény, hogy a működés során többször áthelyezték.

A megfigyeléseket a továbbiakban az intézet fiatal fizika tanárai végezték. Külön érdemes megemlíteni *Zalka Zsigmond* nevét, aki az éghajlatlan és fizika oktatójaként nemcsak a megfigyeléseket végezte, de az addig összegyűlt két évtizedes észlelési sorok felhasználásával elkészítette az első Debrecen éghajlatát bemutató monográfiát, ami „Debrecen város meteorológiai viszonyai” címmel 1889-ben jelent meg a tanintézet évkönyvében.

Az állomás kutatási tevékenysége kezdettől agrometeorológiai irányultságú volt, mivel az anyaintézményben folyó mezőgazdasági kutatást is kiszolgált, hozzájárult az Alföld szélsőséges éghajlati sajátosságaihoz jobban alkalmazkodó hasznos növény fajták nemesítéséhez. Így az általános éghajlati megfigyelések mellett a különböző növény állományok sajátos mikroklímájuk viszonyainak feltárása jelentette kutatási profiljának fő elemét. Az állomás évtizedeken át az egyetlen meteorológiai obszervatórium volt Debrecenben.

Az 1912-ben alapított, az első világháború alatt és az azt követő években felépített Debreceni Tisza István magyar királyi Tudományegyetem földrajzi intézetében kezdettől folyt az éghajlatlan tantárgy oktatása. A tárgyat *Dr. Berényi Dénes* adta elő, aki a meteorológia igen széles területének vált kiváló kutatójává. Szerteágazó tudományos tevékenysége mellett az egyetemi sporttelep területén 1927-ben meteorológiai állomást alapított (1. ábra), ami 1928-ban kezdte meg a működését. Több évtizeden át foly-

tak a hagyományos első osztályú éghajlati megfigyelő állomásokon szokásos program szerinti észlelések. Az állomás az Országos Meteorológiai Intézet állomáshálózatának tagja lett, megfigyelési anyaga megtalálható az OMSZ archívumában. Így 1950-ig Pallagon és az egyetemi állomáson párhuzamosan folytak mérések. Ez lehetővé tette a két állomás adatsorainak összehasonlítását.



1. ábra Az egyetemi meteorológiai obszervatórium létrehozója, Dr. sen. Berényi Dénes (1900-1971) és az obszervatórium építése 1927-ben (forrás: A Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszékének archívuma).

Mivel az egyetemi állomás a város beépített területe és a Nagyerdő határán létesült, és az idők során a város felőli oldal egyre sűrűbben beépítetté vált, a városi hatás megmutatkozott a mért értékekben, főként a szélsebesség és a hőmérséklet vonatkozásában.

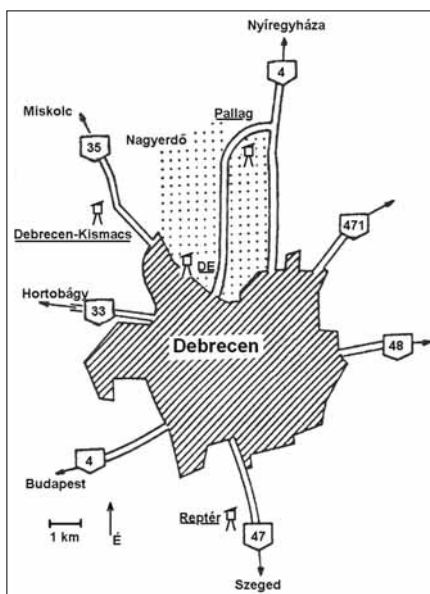
A város éghajlatmódosító hatásának vizsgálata nem tartozott Berényi Dénes szűkebb kutatási területei közé, a debreceni városklíma mérések megkezdése mégis az ő nevéhez fűződik. 1928 nyarán és őszén, valamint 1929–1930 telén hajtott végre ilyen vizsgálatokat. A kutatás célja a város és környéke közt meglévő hőmérsékleti különbségek kimutatása volt az egyetem földrajzi intézetének épületén, a városközpont közelében és az egyetemi obszervatóriumban, egymástól hozzávetőleg 3 km távolságban elhelyezett minimum hőmérők segítségével. Figyelembe vette a hőmérséklet alakulását módosító felhőzet és szél szerepét. A feldolgozott 476 eset alapján megállapította, hogy a felhőzet és a szélsébség növekedésével a bel- és külterület között hőmérsékleti differencia egyre inkább elmosódik. Mérései szerint 1,3 m/s szélsébségnél a különbség már eltűnt, ami a szél domináns szerepét húzza alá. Derült és szélcsendes időben alakulhat ki a legnagyobb hőmérsékleti különbség. Ez a mérések szerint elérheti a 3,7 °C-ot. A különbség kialakulását Berényi professzor a városi háztömbök hőtároló hatásában látta.

Az egyetemi meteorológiai állomás 1944 októberéig működhetett zavartalanul. Az addig összegyűlt megfigyelési anyagot Berényi professzor az OMI akkori igazgatójával, Réthly Antallal közösen igen részletesen fel is dolgozta a pallagi megfigyelésekkel összehasonlítva.

1944. október–november folyamán a Debrecen körüli harcok, majd a szovjet katonai megszállás a megfigyelések elvégzését is jelentősen nehezítette, erről az időszakról a két állomáson csak részleges megfi-

gyelési anyag állt rendelkezésre. Berényi professzor a veszélyes és nehéz körülmények közt maga végezte a méréseket az egyetemi állomáson, míg Pallagon a mezőgazdasági akadémia igazgatója gondoskodott a megfigyelések elvégzéséről. Így végül sikerült elérni, hogy a két állomás adatai egymást kiegészítve teljes megfigyelési sort biztosítsanak erre az időszakra is. 1944 végén teljesen új helyzet állt elő. Debrecen lett az ország ideiglenes fővárosa és a meteorológiai szolgálati tevékenység központja átmenetileg a Vörös Hadsereg által ellenőrzött területen. A Meteorológiai Szolgálat irányításával 1945 közepéig Berényi professzort bízta meg az új Nemzeti Kormány.

A háború után a debreceni repülőtér szovjet katonai reptérként működött. Hamarosan megindult a belföldi polgári légiforgalom is a MASZOVLET szovjet-magyar légitársaság keretében. A repülés igényeihez igazodva ezért egy részleges meteorológia állomás jött létre Benkő Tibor vezetésével. Az állomás az egyetemi állomáshoz kapcsolva működött 1950-es önállósulásáig. Ettől az időszaktól kezdődően három meteorológiai állomáson történtek megfigyelések Debrecenben (2. ábra).



2. ábra A meteorológiai állomások elhelyezkedése Debrecenben (Szász G. 1993 alapján)

Az egyetemi állomás működésével párhuzamosan Berényi professzor speciális kutatási programokat is beindított. Az egyik ilyen a Tiszántúlon négy helyen: a püspök-ladányi erdőszetben, Gúton (3. ábra), Vadasmegyeren, és Szentmargitán létrehozott helyi meteorológiai állomások rendszere volt, amelyek a második világháborúig működtek. A hálózat keretében agrometeorológiai, agroklimatológiai és fenológiai megfigyeléseket végeztek.



3. ábra Gúton, Debrecen város erdőbirtokán kialakított erdő mikroklíma kutatóállomás az 1930-as években (forrás: A Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszékének archívuma).

A 30-as években, Debrecen térségére készített napi előrejelzéseket, havi jelentéseket, évkönyveket és 1932-től időjárás térképeket, amelyek a helyi sajtóban jelentek meg. A háború alatt ezek összeállítására nem volt tovább lehetőség.

1929-től pilotballonos magassági szélméréseket folytatott. Debrecenben ezek voltak az első magaslégköri megfigyelések. Aerológiai méréseinek eredményei itthon és német szakfolyóiratokban láttak napvilágot a 30-as évek elején. A Nagyalföld aerológiai viszonyainak elemzése mediterrán ciklonok átvonulása idején az első hazai munkának tekinthető az időjárás háromdimenziós elemzése területén.

A meteorológiai állomások műkö-



désének mai rendje az 1960-as évek elejére kezdett kialakulni Debrecenben. A repülőtéri meteorológiai obszervatórium vált az OMI, majd OMSZ debreceni főállomásává kielégítve a szinoptikus és repülés-meteorológiai igényeket, 1982-től *Jákfalvi Mihály* vezetésével.

A pallagi agrometeorológiai állomás 1956-ig működött. A Debreceni Agrártudományi Főiskola, majd Egyetem megalakulását követően az új éghajlati és agrometeorológiai obszervatórium kezdetben az egyetem központja közelében működött, majd 1961-től, Debrecen-Kismacscon, a Debreceni Agrártudományi Egyetem tangazdasága területén nyert elhelyezést szolgálva az agrometeorológiai kutatást *Dr. Szász Gábor* irányításával. Az állomás egy ideig az Országos Meteorológia Szolgálat állomásaként is működött. Az ott folyó megfigyelések lényegében a pallagi sor folytatásának tekinthetők. A fejlesztő munka eredményeként az elmúlt évtizedekben az ország legkorszerűbben felszerelt agrometeorológia obszervatóriuma jött létre.

A Kossuth Lajos Tudományegyetem meteorológiai obszervatóriuma átalakult szekuláris állomássá, a megfigyeléseket a régi rend szerint végezve 1968-ig *Dr. Berényi Dénes*, 1991-ig *Dr. Justyák János*, azóta *Dr. Tar Károly* vezetésével. Az éghajlati észlelés mellett speciális hőmérsékleti profil és sugárzás-mérések zajlottak. A földrajz szakos hallgatók nyári meteorológia terepgyakorlatukat töltötték a meteorológia állomáson megismerkedve a mérések módszertani és műszeres hátterével. Ugyanakkor újabb meteorológiai kutatási programok indultak be, mint például a *Dr. Justyák János* nevével fémjelzett tarcali szőlő állományklíma vizsgálatok, vagy a síkfőkúti erdőklíma kutatási program, amelyek már nem az egyetemi obszervatóriumhoz kötődtek.

Az egyetem meteorológiai állomása a környezetében egyre erősödő városi beépítés következtében már

nem volt alkalmas az éghajlati állomás szerepkörének ellátására, amint azt a 4. ábra is mutatja.



4. ábra Az alapítás óta az állomás környezete Keleten, Délen és Nyugaton sűrűn beépítetté vált (forrás: tanszéki archívum, illetve a szerző felvétele).

Napjainkra ezért új szerepkörök körvonalazódnak. Részint az állomás műszerparkjának felhasználásával létrehozott gyakorló terem segít a Meteorológus Bsc és más földtudományi szakos hallgatók meteorológiai műszertan gyakorlati oktatásában (5. ábra.).



5. ábra A meteorológiai műszergyűjtemény és a frissen üzembe helyezett automata városklíma állomás (a szerző felvételei)

Az obszervatórium városiasodó környezete alkalmassá teszi a meteorológiai tanszék egyik fontos új kutatási irányát jelentő városklíma vizsgálatok keretében a városklíma állomás szerepkörének betöltésére. Ezt a célt szolgálja a napjainkban üzembe állított automata meteorológiai állomás (5. ábra).

### Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond *Dr. Justyák János* professor emeritusnak és *Dr. Szász Gábor* professor emeritusnak a Debreceni Egyetem meteorológiai obszervatóriumának történetéhez kapcsolódó személyes emlékeik felidézéséért és az írott anyagokon messze túlmutató információkért.

Szegedi Sándor

### Felhasznált irodalom

- Berényi, D., 1933:* Die aerologischen und meteorologischen Verhältnisse im östlichen Teil der grossen ungarischen Tiefebene (Alföld) bei mediterranen Zyklonen. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, 20. pp 84-122.
- Berényi Dénes, 1930:* A városi háztömbök hatása az éjjeli lehülésekre. Az Időjárás, 34. évf. új sorozat, 6. évf., 3-4. füz., pp 46-49. Budapest.
- Szász Gábor, 2001:* Bevezető előadás. Szász G. (szerk.): Dr. sen. Berényi Dénes születésének 100 éves jubileumi ünnepsége, pp. 7-23, Debrecen.
- Justyák János, Kéri Menyhér, Szász G. 2001:* Dr. Berényi Dénes professzor életútja, munkássága. Szász G. (szerk.): Dr. sen. Berényi Dénes születésének 100 éves jubileumi ünnepsége, pp. 25-33, Debrecen.
- Szász Gábor, 1993:* A debreceni éghajlati megfigyelések rövid története. I. rész: Légkör, 38. 2., pp. 10-14, II. rész: Légkör, 38. 3., pp. 11-13.
- Tar Károly, 2003:* Berényi Dénes. Pedagógusok arcképcsarnoka, 2003. Karácsony Sándor Neveléstörténeti Egyesület, pp. 39-45.

\*\*\*

# A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

## Rendezvényeink 2008. január 1.–március 31. között

### Választmányi ülés:

Március 27.

Napirend:

1. Határozatképesség megállapítása
2. Jegyzőkönyv vezetése, hitelesítése
3. Határozat tagfelvételek ügyében
4. Határozat a szakosztályok és vidéki csoportok vezetőinek megerősítéséről
5. Határozat a 2008. évi kitüntetésekről és díjakról
6. A 2008. évi közgyűlés előkészítése
7. A 2008. évi vándorgyűlés előkészítésének állása
8. Egyebek

*Felvett tagok:* Bakos Viola, Balhási Gyula, Balogh Beáta, Batta Roland, Bodó Anita, Bodorkós Gábor, Botyán Zsolt, Csapó Gergely, Csiszár Márk, Eöry Mónika, Fábíán Kinga, Fábíán Péter Áron, Fülöp Judit, Goller István, Györkös Szabolcs, Imics Bálint, Jászberényi Balázs, Jónás Csaba, Joó Bianka, Juhász Gyula Tamás, Kiss Ágnes, Koller István, Komjáti Dávid, Kúti Zsuzsanna, Labancz Krisztina, Letenyei Adrien, Major Enikő, Nagy Károly, Nánási Dávid, Némethné Kádi Ottilia, Pákey Zoltán, Pető Réka, Pék András, Pék Hajnalka, Pongrácz János, Rózsavölgyi Kornél, Sipos Hajnalka, Srágli Éva, Stekovics Gergely, Szankovics Mónika, Szőke Heléna, Szőnyi Zsuzsanna, Tamás Dániel, Tóth Katalin, Újhelyi Livia, Vaja Tamás, Varga Katalin, Varga Levente, Vörös Mihály, Záhorszky Máté

### Előadó ülések, rendezvények:

#### Január 24.

Az MMT Léggördinamikai Szakosztályának alakuló ülése

**Elnök:** Horányi András, **Titkár:** Szépszó Gabriella

**Szépszó Gabriella:** A magyar tudomány Achilles-sarka: a klímakutatás

#### Január 31.

Az MMT Levegőkörnyezeti Szakosztályának tisztújító ülése

**Elnök:** Horváth László, **Titkár:** Balogh Beáta

**Horváth László:** Léggör és bioszféra közötti nyomanyagcsere

#### Február 12.

Az MMT Agro- és biometeorológiai Szakosztályának tisztújító ülése

**Elnök:** Szalai Sándor, **Titkár:** Fülöp Andrea

**Fülöp Andrea:** Az orvosmeteorológia fejlődésének áttekintése a legújabb tudományos eredmények tükrében

**Szalai Sándor:** Az öntözésnek mint az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásnak a lehetőségei

#### Február 18.

Az MMT Nyugat-magyarországi Csoportjának tisztújító ülése

**Elnök:** Puskás János, **Titkár:** Kúti Zsuzsanna

**Ambrózy Pál:** Éghajlati adatsorok CD-n és az OMSZ honlapján

#### Február 19–22.

**Quantifying the Climate Impact of Global and European Transport Systems**

**(Globális és európai közlekedési rendszerek éghajlati hatásainak értékelése) nemzetközi konferencia rendezése Budapest**

A konferencia témája a légi, tengeri és szárazföldi közlekedés globális klímára gyakorolt hatásának kvantifikálása

#### Március 11.

Az MMT Róna Zsigmond Ifjúsági Körének előadó ülése

**Gelybó Györgyi és Szinyei Dalma:** 35 nap alatt a Léggör körül: a Titántól az öntisztuló betonig

#### Március 12.

Az MMT Pécsi területi Csoportjának tisztújító ülése

**Elnök:** Fodor István, **Társelnök:** Geresdi István, **Titkár:** Szabó-Kovács Bernadett

**Major György:** A léggöri üvegházhatás felfedezése

#### Március 18.

Az MMT Nyugat-magyarországi Csoportjának előadó ülése

**Lakatos Klaudia:** Egyiptom hallgatói szemmel

#### Március 25.

**Meteorológiai Világnap** az Országos Meteorológiai Szolgálat közösen rendezvény.

Központi téma: **Bolygónk megfigyelése egy jobb jövő érdekében**

- Megnyitó: Bozó László, az OMSZ elnöke
- Ünnepi üdvözlő : Kovács Kálmán, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium államtitkára
- Schenzl Guidó Díj, Pro Meteorologia Emlékplakettek, miniszteri elismerések és oklevelek átadása
- Kiváló társadalmi észlelők köszöntése
- **Nagy Zoltán:** Meteorológiai megfigyelések az élehető jövőnkért
- Állófogadás a kitüntetettek tiszteletére

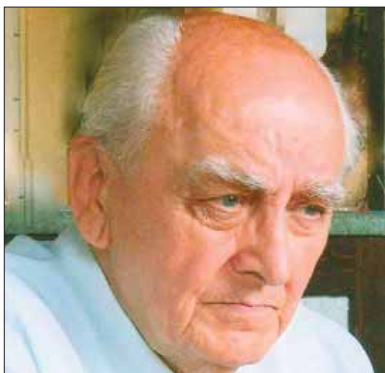
(A Világnapról bővebb információt olvashatnak ebben a számban.)

#### Március 27.

Az MMT Debreceni Csoportja és a DE Meteorológiai Tanszék, DAB Meteorológiai Munkabizottsága, a Nagyvárad Egyetem és a Babes- Bolyai Egyetem Földrajz Kara közös rendezésében a Meteorológiai Világnap alkalmából tudományos szemináriumot rendeztek Debrecenben.

(A szemináriumról beszámolt közlünk ebben a számban.)

## BÚCSÚ GÁSPÁR PÁLTÓL (1927-2008)



Búcsúszavaimat egy pár mondatos idézettel szeretném kezdeni. „Valójában az észlelés hozzátartozik életritmusomhoz. Ha felkelek, először az égre nézek, és egész nap figyelem az időjárás változásait. A figyelés olyan automatizmussá vált az életben, mint a lélegzés, vagy a szívdobogás. Majd akkor hagyom abba, amikor az utóbbi kettő is abbamarad.” Január 18-án

abbamaradtak. Gáspár Pál krédóját, hitvallását hallották, amihez egész életében tartotta magát. Valóban, hűségesen kitartott mellette, és ezt mindenkor felettesei is észrevették, éltek vele, néha talán vissza is éltek vele.

Hosszú pályafutása alatt sokszor úttörő munkát kellett végeznie. A repülés szerelme volt, így került a meteorológiával kapcsolatba. Először katona korában a mátyásföldi repülőtéren szolgált, majd civilként a Meteorológiai Intézetben számos munkakört betöltött, mindig precízen, becsületesen helytállva az adott területen. Az 1952-ben felépült Pestlőrinci Aerológiai Observatóriumban ő bocsátotta fel az első rádiószondát. Pár év múlva az ő feladata volt a szentgotthárdi szinoptikus állomás életre hívása, majd a Hálózati Osztály munkatársa lett. Itt érte élete talán legnagyobb szakmai kihívása: a Kaszpi-tenger melletti Tengizben a magyar szakemberek által kezdett olajfúrások kiszol-

gálásához meteorológiai állomást kellett létesíteni. Kollégájával, Szudár Bélával kiutazva, hazai háttértámogatással ezt a feladatot is kiválóan teljesítette.

Aktív életének utolsó nagy feladata a 80-as években a budaörsi repülőtéren szinoptikus állomásának megteremtése, az időjárási repülés eligazítás megszerzése volt.

Ennyi új feladat teljesítése – közben a mindennapos mérési, észlelői munka példás ellátása – valóban csak úgy sikerülhetett, ahogy hitvallásában ezt megfogalmazta. Tényleg együtt élt az időjárással, és ez jellemezte nyugdíjas éveit is. Odaadó munkájáért 2005-ben Pro Meteorologia miniszteri kitüntetésben részesült. Talán már korábban is megérdemelte volna...

Öröm volt vele a nyugdíjas találkozókön beszélgetni, feleleveníteni a több évtizedes emlékeket. Hűséges szolgálója volt szakmájának. Most már felülről nézi az örökké változó időjárást, de újabb kihívások már nem érik e földi életben.

*Kedves Pál, nyugodj békében!*

**Ambrózy Pál**

## SIMON JÓZSEF 1931-2008



Búcsúzni jöttünk egy volt munkatársunktól, barátunktól, a volt KMI Műszer Osztályának vezetőjétől. Mindig nagy veszteség számunkra, amikor egy olyan volt kollégát veszítünk el, aki becsületes és lelkiismeretes munkájával kivívta a meteorológiai társadalom nagyfokú elismerését.

Simon József 1931 február 10-én született Babóton, egy nyolcgyermekes kisbirtokos család egyikéeként. Az elemi iskola otthoni elvégzése után középiskola tanulmányait részben Budafokon a Jászóvári Premontrei, részben a kőszegi Bencés, részben a Csornai Latinka

Sándor gimnáziumban végezte, ahol 1952-ben érettségizett. Még ez évben felvételt nyert az ELTE Földtudományi karának meteorológus szakára, ahol 1956-ban államvizsgázott. Az Észak-dunántúli Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben agrometeorológusként tett rövid kitérő után még ez év decemberében felvételt nyert az Országos Meteorológiai Intézetbe, ahol a Marczell György Aerológiai Observatórium Sugárzáskutató Osztályán kezdett dolgozni. Mindig vonzótták a meteorológiai műszerek, fejlesztések, ezért később áthelyezték az akkori KMI Műszer Osztályára, ahol 1973-tól vezető volt. Osztályának feladata a meteorológiai hálózatban alkalmazott műszerek típus kiválasztása, telepítése, hitelesítése, karbantartása, pótlása, nyilvántartása és áttelepítése volt. Simon József a felsorolt igen sokrétű és alapos szakmai ismereteket igénylő feladatoknak mindenben eleget tudott tenni. Nagy szerepe volt a balatoni viharjelző rendszer műszaki hátterének kialakításában és telepítésében és aktívan részt vett az OMSZ automatizálási kísérleteiben. Szakmai felelősségvállalása példás volt, aktívan

vett részt az akkori KMI-nek igen jelentős bevételeket nyújtó szerződéses munkákban. A Kaszpi-tenger mellett lévő Tengizben 1986 végén, 87 elején nagy aktivitással vett részt munkatársaival az ottani meteorológiai állomás felszerelésében, beindításában. Munkavégzésben nem ismert lehetetlent, ha a feltételek nem voltak szervezeten biztosítva, ő akkor is talált megoldást a kapott feladatok szakszerű végrehajtására. 1990-ben korengedmenyes nyugdíjba vonult.

*Kedves Jóska Bátyám!*

Szerencsésnek mondhatom magam, mert az OMSZ-nál eltöltött lassan 37 évem alatt sok kedves emlék fűződik hozzád. Állomás telepítések és áttelepítések, a Tengizben eltöltött egy hét, amíg Te is ott voltál, a szobádban történt nagy beszélgetések és ne hagyjuk ki, mint két magas vérmérsékletű embernek, a nagy viták is, de ha emlékeim nem csalnak, mindig barátilag búcsúztunk el egymástól. Most utolsó utadon is barátilag búcsúzom Tőled a Szolgálat elnöke, aktív és nyugdíjas munkatársai, a vidéki – a Te idődben nagy, most már azért kisebb – hálózat munkatársai nevében is azzal, hogy emlékedet kegyellett megőrizzük.

*Nyugodjál békében.*

**Tamáskovits Károly**

## 2007/2008 TELÉNEK IDŐJÁRÁSA

**December** hidegebb volt a megszokottnál (országos átlagban 1,1 fokkal), köszönhetően a hónap második felében bekövetkezett, az átlagnál 5–7 °C-kal hidegebb időszaknak. Az átlagtól vett eltérések országban belül nem voltak jelentősek: a legnagyobb negatív hőmérsékleti anomáliát, -1,7 °C-ot a délkeleti országrészben regisztrálták, az átlaghoz képest legenyhébb értékeket pedig az Északi-középhegységben mérték, itt a normálnál 1,1 °C-kal volt magasabb a havi átlaghőmérséklet.

Decemberben 18–28 nap volt fagyos (minimumhőmérséklet  $\leq 0^\circ\text{C}$ ), legkevesebb az északnyugati országrészben, legtöbb az Északi-középhegységben. 11-18 nap volt téli (maximumhőmérséklet  $\leq 0^\circ\text{C}$ ), amelyből a déli-délnyugati országrészben regisztráltak legtöbbet. Zord nap pedig (minimumhőmérséklet  $\leq -10^\circ\text{C}$ ) az Északi-középhegység kivételével (ahol helyenként december 8 napja volt zord) csak elszórtan, 0-1 alkalommal fordult elő az ország területén.

*A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 13.1 °C Máza (Baranya megye) december 7.*

*A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: -14.8 °C Kecskeméti (Bács-Kiskun m.) december 29.*

A decemberi csapadékhözam országos átlaga a szokásosnak megfelelően alakult, országon belül azonban jelentős eltérések mutatkoztak a havi csapadékmennyiségben. Az ország átlaghoz viszonyított legszárazabb, északkeleti csücskében a szokásos decemberi csapadékhözamnak kevesebb, mint 40%-a hullott le, míg az átlagot legnagyobb mértékben meghaladó havi csapadékösszeget (a normál 150%-át) a nyugati országhatár mentén regisztrálták.

A hónap során esőzés is, havazás is előfordult; néhány kistérségen kívül az ország egészében regisztráltak 5–10, de helyenként akár 15 havas napot. Az év december 31-én országos havazással búcsúzott.

*A hónap legnagyobb csapadékösszege: 93 mm Villány (Baranya megye)*

*A hónap legkisebb csapadékösszege: 18 mm Győr (Győr-Moson-Sopron megye)*

*24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 30 mm Villány (Baranya megye), december 7.*

**2008. januárja** mindenütt enyhébb volt a sokévi átlagnál. A pozitív hőmérsékleti anomália az északnyugati országrészben volt legnagyobb (helyenként a 4,8 fokot is elérte), és a középső valamint déli régiókban volt legkisebb (egyes térségekben mindössze 1,8 fokos értékkel). Átlagnál hidegebb időre csak a hónap első hetében volt példa, a hónap nagy részére az átlagnál 5–10, sőt 12 fokkal melegebb napi középhőmérsékletek voltak jellemzőek. Január legmelegebb napján, 20-án Rábagyarmaton 17,5 °C-os napi maximumhőmérsékletet regisztráltak, amivel megdőlt az adott napra vonatkozó százéves melegrekord. Ugyanaznap a január 20-ra vonatkozó éjszakai melegrekord is megdőlt – Táton hajnalban 9 °C-os minimumhőmérsékletet regisztráltak.

A hónap során 13–28 nap volt fagyos (legkevesebb Budapesten, legtöbb az Északi-középhegységben), 2–14 nap volt téli (legkevesebb az északkeleti országrészben, legtöbb az Északi-középhegységben) és 0–5 nap volt zord.

*A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 17.5 °C Rábagyarmat (Vas megye) január 20.*

*A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: -19.2 °C Szentés (Csongrád megye) január 5.*

Január országos átlagban szárazabb volt a sokévi átlagnál, országon belül ugyanakkor komoly eltérések mutatkoztak a havi csapadékhözamban. Az ország átlaghoz mérten legcsapadékszegényebb vidékein (délnyugati országhatár) a szokásos havi csapadékösszegeknek csak mindössze 7%-a érkezett meg, míg a normálhoz viszonyított legcsapadékosabb régiókban (északnyugati országrész) az átlag 126%-ának megfelelő csapadék hullott.

A hónap elején országos ónos eső és intenzív jegesedés, január végén pedig 6 megyét érintő, komoly károkat okozó szélvihar miatt kellett harmadfokú (piros) riasztást kiadni.

*A hónap legnagyobb csapadékösszege: 48 mm Rajka (Győr-Moson-Sopron megye)*

*A hónap legkisebb csapadékösszege: 2 mm Zalaegerszeg (Zala megye)*

*24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 26 mm Szuha (Nógrád megye) január 6.*

**Február**, hasonlóan az előző hónapoz az ország területén enyhébb volt a sokévi átlagnál. Az ország jelentős részén +3, +3.5 fokos anomália adódott, helyenként ettől magasabb értékek is előfordultak. A Dunántúlon, valamint a keleti országrészben +2.5, +3 fokos eltérések adódtak. A középhegységekben volt a legkisebb anomália (egyes térségekben 2 fokkal is alacsonyabb értékkel). Átlagnál hidegebb időre csak a hónap második dekádjában volt példa. 17-én az országos átlaghőmérséklet 5 fokkal volt alacsonyabb az ilyenkor szokásostól. Február legmelegebb napján, 25-én Sátorhelyen, 21 °C-os napi maximumhőmérsékletet regisztráltak, a déli országrészben ekkor 20–21 fokig emelkedett a hőmérő higanyszála. Országos napi hőmérsékleti rekord is született a hónapban, 26-án Túrkevéen +20 fokot mértek, amire ezen a napon még nem volt példa.

A hónap során 9–26 nap volt fagyos (legkevesebb Budapesten és Szegeden, míg a legtöbb az Északi-középhegységben), 0–11 nap volt téli (a legtöbb az Északi-középhegységben, Kékestetőn) és 0–6 nap volt zord.

*A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 21.0 °C Sátorhely (Baranya megye) február 25.*

*A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: -17.3 °C Zabar (Nógrád megye) február 17.*

Február országos átlagban, csapadékban szegényebb volt a sokévi átlagnál. Folytatódott a januári csapadékhiányos periódus. Az országos átlaghoz képest a csapadékban legszegényebb területeken (középső országrész) a szokásos havi csapadékösszegeknek csak 3–10%-a hullott, míg a csapadékosabb régiókban (Dunántúl déli részén, északi, északkeleti országrészben) is csak az átlag 30–40%-ának megfelelő csapadék hullott. Ennek következtében a hónap végén, a talajok felső rétegének vízkészlete a telített állapot 30–50%-ára csökkent (az alacsonyabb értékek a déli országrészben, míg a magasabb értékek északkeleten, és az Északi-középhegységben fordultak elő).

*A hónap legnagyobb csapadékösszege: 24.2 mm Jánkmajtis (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)*

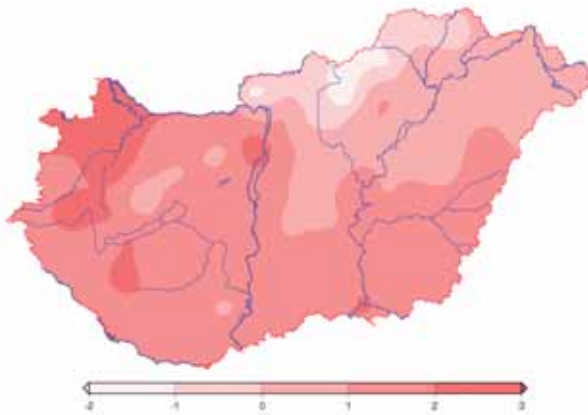
*A hónap legkisebb csapadékösszege: 0.6 mm Budapest Csepel, Budapest Népliget*

*24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 13.2 Csörmeyföld (Zala megye) február 2.*

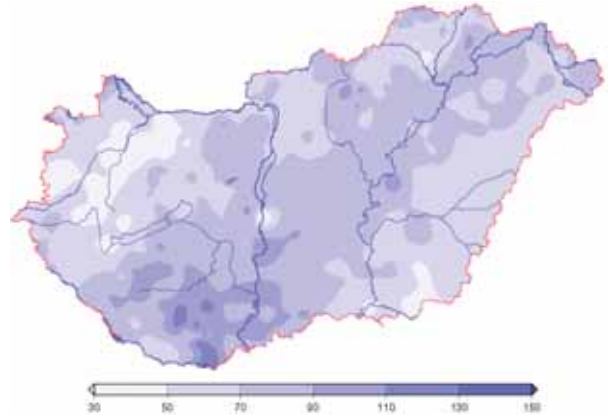


## 2007/2008. tél

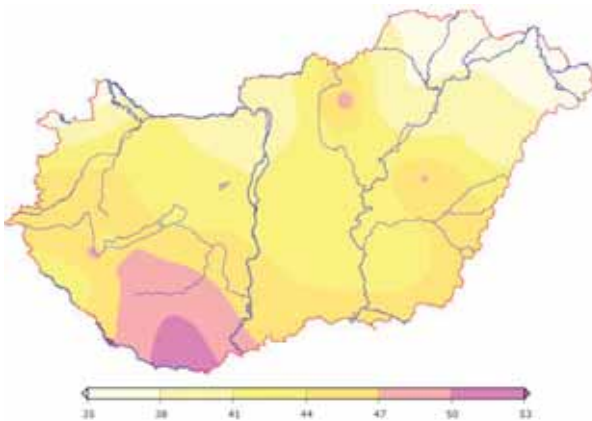
állomások	napsütés (óra)		hőmérséklet (°C)						csapadék (mm)			szél
	évsz.össz.	eltérés	évsz.közép	eltérés	absz.max.	napja	absz.min	napja	évsz. össz	átlag%-ában	1mm<napok sz.	viharos napok
Szombathely	236	33	1.8	2.3	18.2	2008.02.25.	-11.4	2007.12.18.	37	44	11	8
Nagykanizsa	-	-	1.4	1.5	20.7	2008.02.25.	-12.4	2008.02.17.	64	50	11	6
Győr	266	73	2.2	2.0	19.6	2008.02.25.	-11.8	2008.02.17.	52	51	13	16
Siófok	208	9	1.8	1.7	15.2	2008.02.26.	-10.3	2008.01.05.	69	60	14	12
Pécs	285	66	1.9	1.8	19.4	2008.02.25.	-12.4	2008.01.05.	83	71	20	11
Budapest	259	72	1.7	1.7	18.8	2008.02.25.	-11.1	2008.02.17.	62	61	11	4
Miskolc	244	97	0.5	2.2	18.3	2008.02.25.	-10.7	2008.02.17.	53	58	13	8
Kékestető	281	21	-1.3	2.4	13.3	2008.02.25.	-13.9	2008.02.17.	86	54	15	31
Szolnok	222	27	1.6	2.0	20.3	2008.02.26.	-13.5	2008.01.05.	71	74	8	-
Szeged	258	59	1.3	1.4	20.2	2008.02.26.	-12.6	2008.01.04.	52	57	13	6
Nyíregyháza	-	-	0.9	2.2	17.2	2008.02.25.	-13.3	2008.01.04.	71	78	16	11
Debrecen	261	80	1.3	2.2	17.3	2008.02.25.	-9.2	2008.01.05.	62	56	14	8
Békéscsaba	242	47	1.6	2.1	19.8	2008.02.26.	-13.2	2008.01.05.	58	49	13	6



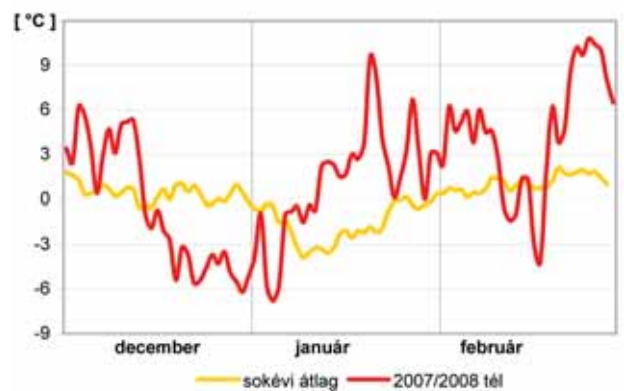
1.ábra: A tél középhőmérséklete °C-ban



2.ábra: A tél csapadékösszege mm-ben



3.ábra: A tél globálsugárzás összege MJ/cm²-ben



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