

L É G K Ö R

53. évfolyam

2008. 2. szám



L É G K Ö R

53. évfolyam
2008. 2. 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
850 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: *Szivárvány a Balaton fölött.*
(Viszonylag ritkán fordul elő, hogy a szivárványnak teljes íve látható
horizonttól-horizontig.)

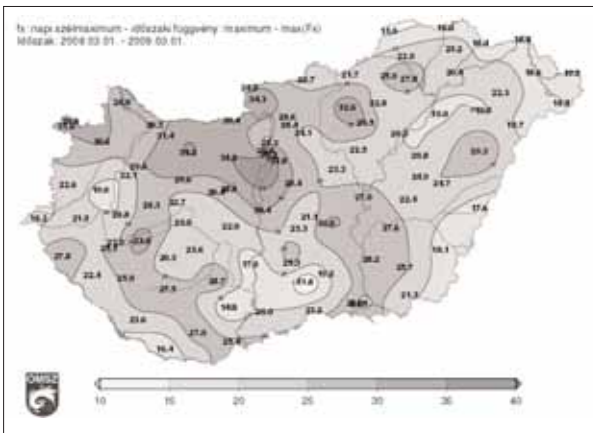
A felvételt Regőczy Krisztina jégtáncos világbajnok és családja készítette Siófokon
2008. április 12-én 11 óra körül.

Horváth Ákos, Fodor Zoltán, Kolláth Kornél, Darányi Mariann: EMMA: Egy télvégi viharciklon Európában	2
Gyuró György: Meteorológus a dékáni székben	5
KISLEXIKON	6
Haszpra László: EMEP – Egy európai környezetvédelmi program három évtizede	7
Koppány György, Gulyás Ágnes: Milyen az élővilág számára optimális éghajlat	12
Dunkel Zoltán, Dobi Ildikó: Beszámoló a Meteorológiai Világszervezet XV. Kongresszusáról	15
Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Gelybó Györgyi: Milyen mértékű éghajlatváltozás várható a Kárpát-medencében	19
Új könyv	24
Fodor Zoltán, Seres András Tamás: Az Atlanti-óceán felszíni vízhőmérsékletének több évtizedes oszcillációja és hatásai az atlanti-európai térségre az elmúlt 60 évben	25
Götz Gusztáv, Horányi András: Edward N. Lorenz (1917–2008)	29
Kurunczi Rita: Mit gondolnak más szakemberek a meteorológiáról?	31
OLVASTUK	33
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI	34
Ambrózy Pál: 60 éves a MTESZ	38
KISLEXIKON	38
Bella Szabolcs: 2008 tavaszának időjárása	39

EMMA: EGY TÉLVÉGI VIHARCIKLON EURÓPÁBAN

Bevezetés

2008. február 29-én és március 1-én pusztító szélvihar söpört végig Európán. Az orkán erőssége az Északi-tenger partjainál helyenként elérte a 200 km/ó sebességet, milliárdos károkat okozva infrastruktúrában, épületekben, közlekedésben. A viharnek közvetlenül is több halálos áldozata volt, sok volt a sebesült és hajszálon múltott hogy Hamburgban komolyabb légiszerencsétlenség nem történt a szél miatt. Az Emma névre keresztelt vihart egy mély ciklon okozta, amely Magyarországon is súlyos károkat okozott a ciklonban kialakult rendkívül éles hidegfronttal. A front egy görgőviharral rohant keresztül az országon és ebben az évszakban meglehetősen szokatlan módon zivatarokat okozott, amelyekhez jégeső, helyenként feltehetően gyenge tornádó is járult. Az orkánerejű szél itthon is komoly károkat okozott és legjobban Nagyszentjános és Dévaványa településeket sújtotta, ahol sok háztetőt leszakított, fákat tépett ki. A mérőhelyek közül a legerősebb szelet Budapest Lágymányos mérte 39,2 m/s-t (közelítőleg 140 km/h-t) (1. ábra).

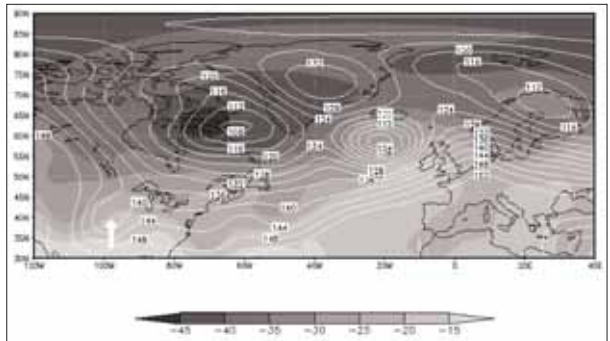


1. ábra: Magyarországon mért legerősebb szélhálók 2008-03-01-én. (25 m/s 90 km/h fölött erős viharról, 33 m/s 120 km/h fölött orkán erejű szélről beszélünk)

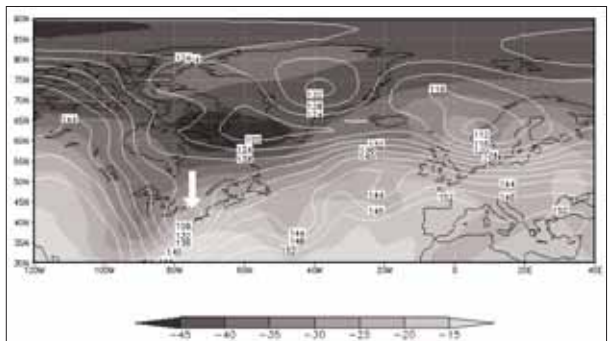
A viharciklon kialakulása

A viharciklon előléte több napra nyúlik vissza. Az északi hemiszférikus térképeken először február 25-én 12 UTC-kor lehetett felismerni egy határozott depresszió kialakulását, amely a nyugati hosszúság 100. és 110. fok és az északi szélesség 40. és 50. foka között alakult ki a Sziklás-hegység térségében. A 850 hPa-os szint magassági mezeje és az 500 hPa-os szint hőmérséklete alapján látható, hogy a Kanada északi része felett elhelyezkedő „hideg mag” hátoldalán dél felé áramló hideg levegő és a Kaliforniai-öböl felől, a Sziklás-hegység keleti része felett áramló meleg levegő optimális termikus körülményeket biztosított a ciklon további fejlődéséhez (2. a) ábra). A gyorsan mélyülő

ciklon hátoldalán erőteljes északi hidegáramlással sarkvidéki levegő árasztotta el az Egyesült Államok középső majd keleti részét, míg az előoldalon a Mexikói-öböl felől újabb meleg és nedves légtömeg szívódott a melegszektorba, így az Atlanti partokat már egy erőteljes alacsonynyomású légörvény formájában érte el a vihar (2. b) ábra).



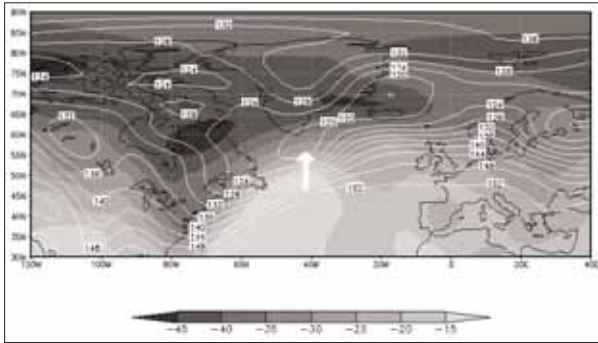
2. a) ábra: A 850 hPa magassági mezeje (gpm-ben, folytonos vonalak) és az 500 hPa-os szint hőmérséklete (szürke árnyalatok) 2008.02.25. 12 UTC-kor az NCEP reanalízis alapján. A Sziklás-hegység keleti oldalán látható depresszióból alakult ki az Emma (fehér nyíl mutatja a ciklont).



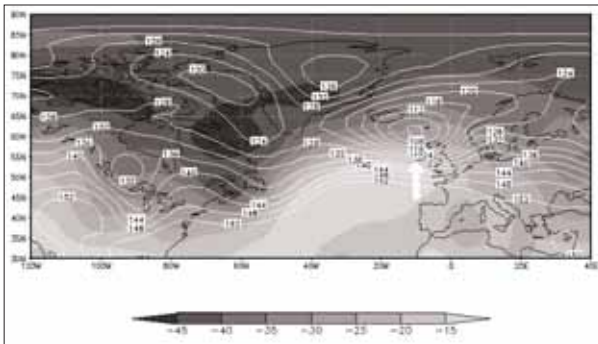
2. b) ábra: A 850 hPa magassági mezeje (gpm-ben, folytonos vonalak) és az 500 hPa-os szint hőmérséklete (szürke árnyalatok) 2008.02.27. 00 UTC-kor az NCEP reanalízis alapján. A ciklon eléri az Egyesült Államok keleti partvidékét (fehér nyíl mutatja a ciklont).

Ezzel egyidőben az Észak-Amerika keleti részei felett kiépült teknő előoldalán egy rendkívül erős jet kezdett kialakulni a magasban. A jet magjában fokozatosan erősödött a szélesebbesség, amelyet fokozta a „hideg mag” Kanada északi részéből Labrador-tenger fölé történő áthelyeződése. A legerősebb szélesebbeségeket a „hideg mag” áthelyeződése után lehetett mérni a jet magjában, több mint 360 km/h-t. Ugyanakkor Izland és a Skandináv-félsziget térségében ciklonok helyezkedtek el, amelyekről északra továbbra is hideg levegő volt található. Ebben a makroszinoptikus elrendeződésben, az Atlanti-óceán fölött erős zonális áramlás alakult ki, amely a rendkívül heves jettel párosulva felgyorsította a légörvény nyugat-kelet irányú áthelyeződését, így az 30 óra alatt áthaladt az óceán

felett (2. c) és d) ábra). Az említett elrendeződésben kialakult nagy termikus különbségek hatása eközben tovább mélyítette a ciklon nyomási mezejét, mivel az említett „hideg mag” Grönlandtól kissé nyugatra helyezkedett el, folyamatosan biztosítva a ciklon számára a hátoldali hideget, az óceán pedig az előoldali meleget. Elmondható, hogy az Európa partjaihoz érő vihar jelentős kinetikus energiája két részből tevődött össze. Egyrészt a ciklon Észak-Amerika középső részétől egészen Európáig egy jelentős hőmérsékleti kontraszt mentén haladt, azaz a polárfőnt baroklin instabilitása folyamatosan hatott az örvényre, illetve a folytonos termikus kontrasztból származó hőenergia folyamatosan alakult át kinetikus energiává: a ciklon kimélyült és a sűrű izobárok mentén nagyon erős szelek jöttek létre. Ehhez hozzáadódott a ciklon jelentős áthelyeződési sebessége, amelyre az Atlanti-óceán fölött tett szert. Mindezek eredményeként február 29-én egy rendkívül mély és gyors mozgású ciklon csapott le a Brit-Szigetekre, illetve Európa északnyugati partjaira.



2. c) ábra: A 850 hPa magassági mezeje (gpdm-ben, folytonos vonalak) és az 500 hPa-os szint hőmérséklete (szürke árnyalatok) 2008.02.28. 12 UTC-kor az NCEP reanalízis alapján. A ciklon Grönlandtól délre helyezkedik el (fehér nyíl mutatja a ciklont).

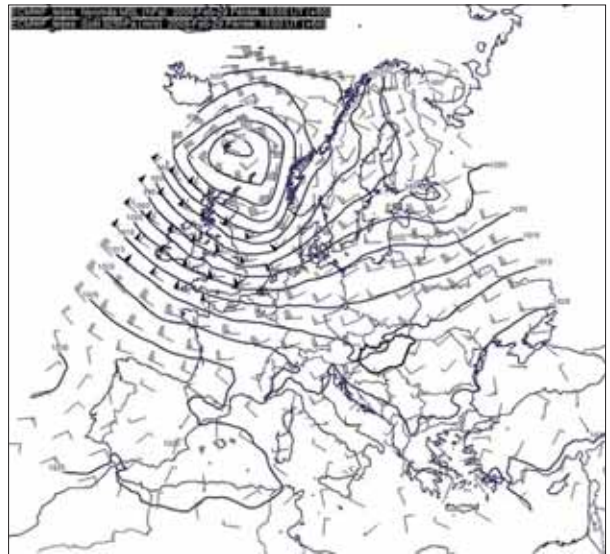


2. d) ábra: A 850 hPa magassági mezeje (gpdm-ben, folytonos vonalak) és az 500 hPa-os szint hőmérséklete (szürke árnyalatok) 2008.02.29. 12 UTC-kor az NCEP reanalízis alapján. Az Atlanti-óceán fölött felgyorsult ciklon eléri megközelíti a Brit-szigeteket (fehér nyíl mutatja a ciklont).

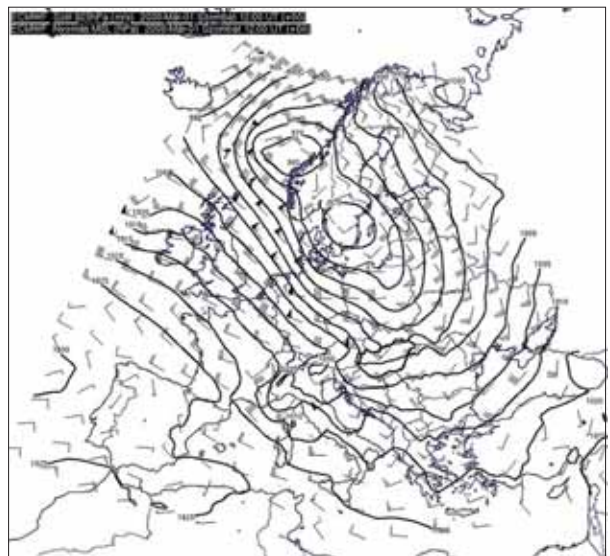
A ciklon átvonulása Európán

A ciklon centrumában február 29-én a 18 UTC-s analízis alapján 960 hPa alá csökkent a légnyomás (3. a) ábra). A ciklonban található éles hidegfront 12 óra alatt tette meg az

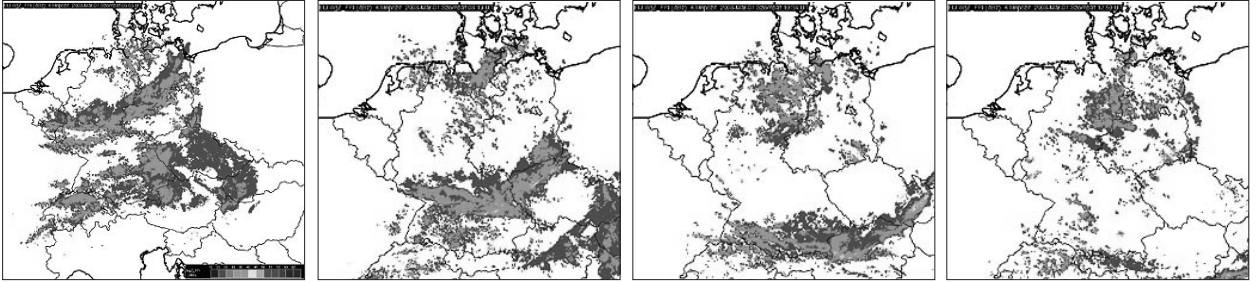
utat Németország északi partjaitól Magyarország nyugati határáig (3. b) ábra). A prefrontális szél is mindenütt nagyon erős volt, azonban a vihar a tetőpontját a hidegfront átvonulásakor érte el. A front mint egy hatalmas dugattyú torlasztotta maga előtt a levegőt és ezáltal feláramlást, ún. kényszer konvekciót okozott. A frontális emelés mellé jött a magasban lezajló rendkívül erős hidegadvekció, amely nagyon rövid idő alatt labilissá tette a légkört. A vonal mentén létrejövő éles zivatarzóna gyakorlatilag egész Európán végigszáldogott (4. ábra). A zivatarok részben lekeverték a magasban fújó orkánerejű szelet, részben pedig a görgővi-har mentén rövid élettartalmú tornádók alakultak ki, fokozva a szél pusztító erejét.



3. a) ábra: Tengerszinti légnyomás és 925 hPa-os szélmező 2008.02.29. 18 UTC-kor az ECMWF analízis alapján.



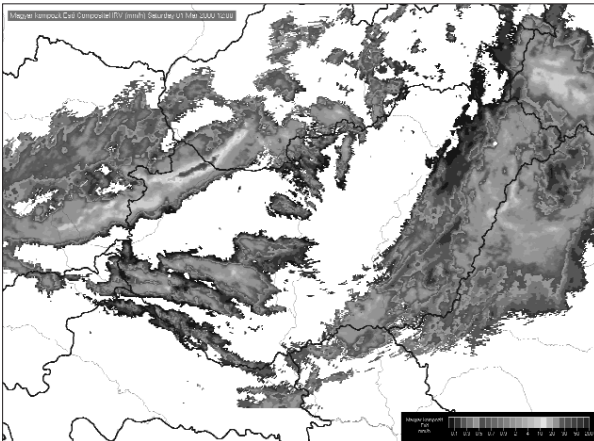
3. b) ábra: Tengerszinti légnyomás és 925 hPa-os szélmező 2008.03.01. 12 UTC-kor az ECMWF analízis alapján.



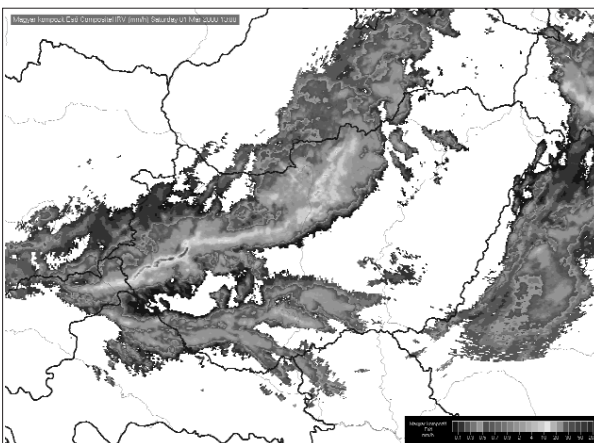
4. ábra: Az Emma hidegfrontjának keresztülvonulása Közép-Európán az európai kompozit radarképek alapján 2008.03.01. 06:35, 08:19, 10:20 és 13:03 UTC-kor.

A hidegfront átvonulása Magyarországon

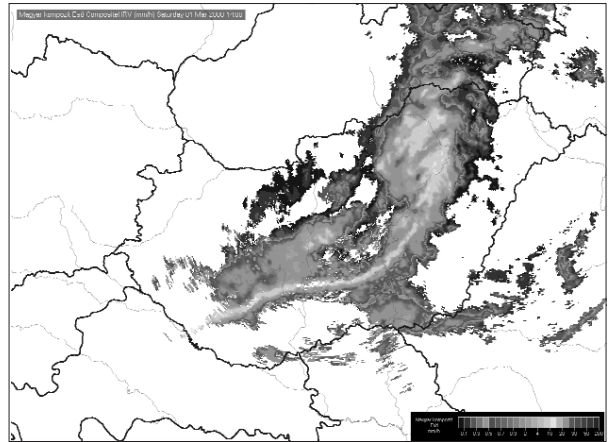
A rendkívül gyors mozgású hidegfront március 1-én 11:30 UTC-kor érte el az északnyugati határokat, és 12 UTC-kor már Győr-Szombathely vonalnál, majd 1 órával később már a főváros térségében járt (5. a) és b) ábra). A radarmérések jól mutatták az időnként erős (45–50 dBz) jelet adó keskeny zivatarzónát, amely mindvégig illeszkedett a hidegfront nyomási teknőjéhez. A front mentén a Kisalföldön a legalacsonyabb tengerszinti légnyomás 990 hPa körül alakult! A hidegfront 14 UTC-re már elhagyta az ország középső részét (5. c) ábra) illetve 15 UTC-re már az ország délkeleti határain is túl volt.



5. a) ábra: Országos kompozit radarkép 2008.03.01. 12 UTC-kor.



5. b) ábra: Országos kompozit radarkép 2008.03.01. 13 UTC-kor.



5. c) ábra: Országos kompozit radarkép 2008.03.01. 14 UTC-kor.

A Budapest Lágymányoson mért 39.2 m/s erősségű szél valószínűleg nem volt egyedi jelenség az országban. A károk alapján feltehetően ennél erősebb szellőkések is előfordulhattak a görgővihar mentén. A Győr és Komárom között található Nagyszentjános és a Békés megyei Dévaványa települések kárleírásai alapján valószínűsíthető, hogy a görgőviharhoz kisebb forgószelek, tornádók („gustnado”) is kialakulhattak, amelyekben a szél meghaladhatta a 40–50 m/s erősséget is.

Összefoglalás

Az Emma nevű vihar a téli félévben Európában is megjelenő viharciklonok egyik jellegzetes példája volt. Sok tekintetben hasonlított elődeihez, a tavalyi Kyrill nevű viharhoz, vagy a 2004 novemberében a Tátrát letaroló viharhoz, vagy akár az 1999 Karácsonyán Nyugat-Európát végigpusztító Christmas Stormhoz. Az Emma jellegzetessége az volt, hogy míg a korábbi viharok legfeljebb Labrador partjaihoz vezethetőek vissza, addig ennek a ciklonnak a kialakulása a Sziklás-hegység térségében történt, az ott gyakori lee ciklogenezisek mechanizmusával. Szokatlan hosszú élettartalmát és erősségét annak köszönheti, hogy szerencsésen fel tudta használni az éles polárfront mentén található hőmérsékleti különbséget és a zonalitás kinetikus energiáját. Mivel a markáns ciklon az északi félteke majdnem felén keresztülment mielőtt Európába ért, így nem meglepő, hogy a nagytérségű numerikus modellek jó előre és nagy pontossággal jelezték annak mozgását és fejlődését. Önmagában a

szinoptikus skálájú folyamat nem végzett volna olyan nagy pusztítást, ha nem lettek volna hozzá kapcsolódó zivatarok. A zivataros járulékat az Országos Meteorológiai Szolgálat szakemberei már több nappal korábban felismerték, és az OMSZ sajtóközleményben tájékoztatta a lakosságot. Talán ennek is köszönhető, hogy a súlyos viharkárok mellett tragédiára nem került sor.

Tény, hogy az utóbbi években a téli félteke Rossby övének meridionális hőmérsékleti gradiensei markánsak, és ez kedvez az Emmához hasonló vihar ciklonok kialakulásához.

Köszönetnyilvánítás:

Az NCEP reanalízis adatokat a NOAA/OAR/ESRL PSD (Boulder, Colorado, USA) biztosította, amelyek honlapjukról is elérhetők a következő címen: <http://www.cdc.noaa.gov/>

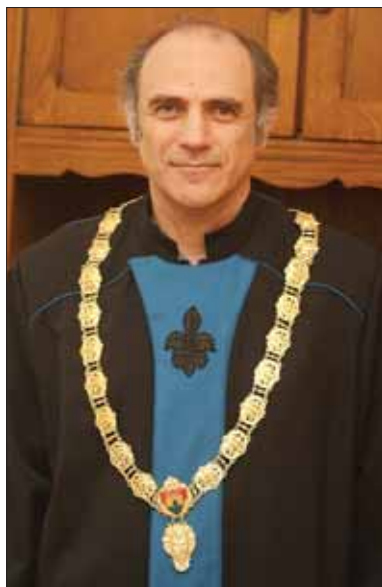
**Horváth Ákos,
Fodor Zoltán,
Kolláth Kornél,
Darányi Mariann**

METEOROLÓGUS A DÉKÁNI SZÉKBEN

A Pécsi Tudományegyetem (PTE) Hírlevelének 2007. évi 3. számában megjelent hír szerint „A PTE Természettudományi Karának Tanácsa dr. Geresdi Istvánt választotta a kar dékánjának. A dékáni megbízatás 2007. július 1. napjától 2010. június 30. napjáig szól.” Meteorológus még nem került ilyen magas beosztásba magyar egyetemen, ezért Geresdi professzor urat azokkal az Olvasóinkkal is szeretnénk megismertetni, akik még nem találkoztak vele személyesen.

Baján született 1956. augusztus 17-én. Dombóváron végezte általános és középiskolai tanulmányait. 1980-ban szerzett fizikus diplomát a szegedi József Attila Tudományegyetemen. A diploma megszerzését követően az Országos Meteorológiai Szolgálat Alkalmazott Felhőfizikai Központjában helyezkedett el Péccsett. A központ átszervezése után 1991-ben a Nefela Dél-magyarországi Jégeső-elhárító Egyesülésnek lett egyik alapító munkatársa. A „Zivatarfelhők mikrofizikájának számítógépes modellezése” című dolgozatának megvédésével 1992-ben elnyerte a földrajztudomány (meteorológia) kandidátusa címet. 1993 óta meghívott oktató az ELTE meteorológus szakán. 1995-ben oktatói állást kapott a Pécsi Tudományegyetem jogelőd intézményében, a Janus Pannonius Tudományegyetem Természettudományi Karán. Vendégkutatóként többször járt az amerikai Boulderben lévő Országos Légkörkutató Központban (NCAR).

Kutatási eredményeit számos nemzetközi konferencián ismertette. Több mint két tucat publikációja jelent meg angol nyelvű nemzetközi szakmai folyóiratokban. Több szakkönyvnek, egyetemi jegyzetnek és tankönyvnek a szerzője, illetve társszerzője. A környezetvédelmi miniszter 2002-ben Pro Meteorologia Emlékplakettal tüntette ki. A Dialóg-Campus Kiadónál



megjelent „Felhőfizika” című könyvét 2004-ben a Magyar Meteorológiai Társaság Szakirodalmi Nívódíjban részesítette. „A csapadékképződés és az aeroszolok közvetett éghajlati hatásának numerikus modellezése” című értekezése alapján 2006-ban elnyerte a Magyar Tudományos Akadémia doktora címet. 2007 óta a Pécsi Tudományegyetem újonnan alakult

Környezettudományi Intézetében a Talajtani és Klimatológiai Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára.

Nem könnyű személyesen találkozni egy elfoglalt egyetemi vezetővel, március közepén mégis sikerült rövid interjút készíteni Dékán Úrral abból az alkalomból, hogy a Magyar Meteorológiai Társaság újjászervezett Pécsi Területi Csoportjának társelnöke lett.

– *Kérlek, mutasd be a pécsi TTK-t Olvasóinknak.*

– *A természettudományi oktatás 1948-ban indult Péccsett a Tanárképző Főiskolán. Az intézmény 1982-ben az akkor létrehozott Janus Pannonius Tudományegyetem (JPTE) főiskolai kara lett. Ezt követően mind a természettudományi, mind a bölcsészettudományi képzés jelentős fejlődésnek indult, amelynek eredményeképpen 1992 óta mind a TTK, mind a BTK önálló egyetemi karként működik.*

– *Miért vonzó ma egy egyetemista számára pécsi TTK-snak lenni?*

– *Karunk egy régi gimnáziumi épületegyüttesben működik. Az 1989-ben megkezdett rekonstrukció eredményeképpen az 1910-es években épült komplexumban – a BTK-val közösen – létrehoztunk egy negyedmillió kötetet befogadó új kari könyvtárt, aula és új hallgatói-kutatói laborszárnyt épült, felújítottuk az előadótermeket, a szemináriumi helyiségeket és a dolgozószobákat. 1997-ben adták át a tornacsarnokot és a modern uszodát magában foglaló új sportcentrumot, és a*

TTK-BTK Campus része az értékes Botanikus kert is.

– Milyen oktatási feladatokat lát el a TTK?

– A TTK-t hét intézet alkotja: a Biológia, a Fizikai, a Földrajzi, a Kémia, a Környezettudományi, a Matematikai és Informatikai Intézet, továbbá a Testnevelési- és Sporttudományi Intézet. Az ún. bolognai rendszerben nyolc alapszakon – biológia, fizika, földrajz, kémia, környezettudomány, matematika, programtervező informatikus, sportszervező és testnevelő-edző – folyik képzés a karon. A tehetőséges hallgatók számára a programtervező informatikus szakot kivéve mindegyik említett alapszakhoz biztosítani tudjuk az MSc szintű képzésben történő továbbtanulás lehetőségét. Karunkon a biológia, a fizika, a földrajz és a kémiai szakterületeken doktori iskola is működik, ezzel lesz teljes az egyetemi képzés vertikuma. Hallgatóink száma közel 3000. A graduális és posztgraduális képzés sok-

irányú feladatait 120 főállású oktató látja el.

– Milyen a tudományos élet a Karon?

– Annak ellenére, hogy az ország legfiatalabb TTK-ja vagyunk, komoly tudományos eredmények születtek a karon. Oktatóinknak több mint fele rendelkezik PhD fokozattal, és kollégáink közel 20%-a kapta meg az MTA doktori címet. Nemrég nyertünk el egy közel 7 milliárd forintos pályázati támogatást, amelynek segítségével jelentősen fejleszteni kívánjuk a kutatáshoz szükséges infrastruktúrát.

– Nem volt könnyű időpontot egyeztetni Dékán Úrral. Látogatásunk előtt is jártak nálad, és a beszélgetésre szánt fél óra elteltével újabb vendéget fogadsz a dolgozószobádban.

– A megnövekedett feladatok miatt igyekszem a hét egy-egy napjára koncentrálni az azonos típusú ügyeket. Hétfőn az óráimat tartom, keddenként általában Budapestre kell utaznom a különböző testületekben vállalt köte-

lezettségem miatt. A kari ügyek szinte teljesen kitöltik a szerdai és a csütörtöki napomat. Mivel nem szeretnék teljesen elszakadni a tudományos munkától, megpróbálom úgy intézni a dolgokat, hogy a pénteki napon maradjon erre is idő.

– Családod hogyan viseli a gyakori távollétet?

– Kiegyensúlyozott a magánéletem. Három gyermekünk van, akik lassan már a saját útjukat járják. Az idősebbik fiam mérnök-fizikusként diplomázott tavaly, jelenleg PhD-hallgató. A lányom az idén érettségizik, és művészeti pályára készül. A kisebbik fiam két év múlva érettségizik, és a természettudományos tárgyak – elsősorban a matematika - iránt érdeklődik.

– Nem is zavarunk tovább. Gratulálunk kinevezésedhez! Munkádhoz további sok sikert és jó egészséget kívánunk!

Lejegyezte: Gyuró György

KISLEXIKON

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

fenofázis

Koppány Gy. és Gulyás Á.: Milyen legyen az élővilág számára optimális éghajlat?

Egy növény vagy növényállomány életciklusának egy szakasza, növényéletlenül elkülöníthető fázisa (pl. kelés, virágzás, érés).

IPCC WG I, TAR, WG II

Koppány Gy. és Gulyás Á.: Milyen legyen az élővilág számára optimális éghajlat?

IPCC: az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change); WG I az első munkacsoport (working group), ez foglalkozik az éghajlatváltozás természettudományos alapjaival (Physical Science Basis of Climate Change), TAR a Harmadik Helyzetértékelő Jelentés (Third Assessment Report), WG II a második munkacsoport, ez foglalkozik az éghajlatváltozás hatásaival, az alkalmazkodási lehetőségekkel, valamint az embernek és környezetének az éghajlatváltozással kapcsolatos sebezhetőségével (Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability).

PM-10

Haszpra L.: EMEP - egy európai környezetvédelmi program három évtizede

A levegőben, mint összetett diszperz rendszerben egyenletesen szétoszló, 10 mikrométernél kisebb átmérőjű, szilárd (más szóval aeroszol) részecskék (pl. por- vagy kormszemcsék).

eutrofizáció

Haszpra L.: EMEP - egy európai környezetvédelmi program három évtizede

A jelentős tápanyagfelesleg miatt kialakuló túlzott növényi szaporulat a természetes vizekben („el növényesedés”).

fotokémiai oxidáns

Haszpra L.: EMEP - egy európai környezetvédelmi program három évtizede

A napsugárzás hatására bekövetkező kémiai bomlás (fotolízis) nyomán létrejövő, oxidációra, azaz oxigén közreműködésével megvalósuló kémiai reakcióra képes anyag. Leggyakoribb példája az ózon, a nitrogén-dioxid és a peroxi-acetil-nitrát.

Folytatás a 38. oldalon.

EMEP - Egy európai környezetvédelmi program három évtizede

Az EMEP születése

A levegőszennyezés csaknem egyidős az emberiséggel. Az ősember által lakott barlangok falára kirakódott vastag koromréteg meggyőző bizonyíték. Az ipari forradalom kibontakozásával, később a gépkocsiforgalom megjelenésével a nagyobb ipari települések levegőjének szennyezettsége egyre súlyosabbá vált. Ugyanakkor egészen az 1950-es évek súlyos szmog-katasztróáiig az emberek többsége a levegőszennyezettséget a városiasodás, az ipari fejlődés természetes velejárójának tartotta. A füstölő gyárkéményeket mintegy a fejlettség szimbólumának tekintette.

A súlyos egészségügyi következmények miatt (pl. az 1952. decemberi londoni szmog 4000–12000 áldozatot követelt*) az 1950-es, 1960-as években a nagyobb városokból igyekeztek száműzni a szén-tüzelést, a nagyobb ipari létesítmények pedig magas kéményeket kaptak. Ez utóbbi lépés, miközben javította a városok levegőminőségét, a levegőszennyezést regionális léptékűvé tette. A szennyezőanyag-kibocsátás általános korlátozására ekkor még nem gondoltak. Európában 1950 és az 1970-es évek eleje között, a II. világháborút követő gazdasági fellendülés következtében, a korábban sem csekély kén-dioxid kibocsátás megduplázódott!

1952. DECEMBERI LONDONI SZMOG:

1952. december 5-én a derült, szélcsendes és hosszabb ideje szokatlanul hideg idő hatására a kialakuló stabil és sekély határrétegben kisugárzási köd képződött. A csaknem egymillió intenzíven fűtött széntüzelésű kályhából és kazánból, továbbá az ipari forrásokból származó égéstermék (korom, kén-dioxid, stb.) fokozatosan felhalmozódtak. Éjszakára a kialakuló füstködben a látástávolság néhány méterre csökkent. A városközponttól viszonylag távoli heathrow-i repülőtéren két napon keresztül 10 méter alacsonyabb látástávolságot észleltek, és a látástávolság 114 órán keresztül nem emelkedett 500 m fölé. A korabeli mérések alapján becsült PM10 koncentráció 3000–14000 µg/m³ között alakulhatott, ami a manapság szokásos szint 100–400-szorosa. A kén-dioxid koncentráció helyenként meghaladta a 3000 µg/m³-t. A sűrű füstködön a napsütés nem tudott áthatolni, így a hőmérsékleti inverzió tartósan fennmaradt. A szmog-epizód idején és az azt követő két hétben az átlagosnál 4000-rel többet haltak meg Londonban. A halálozás a tél hátralévő részében is magasabb volt a szokásosnál, így több forrás az 1952. december 5-10-i londoni szmog halálos áldozatainak számát legalább 12000-re becsli.

Svéd kezdeményezésre az 50-es évek végén a regionális skálájú levegőszennyeződés vizsgálatára létrehozták az Európai Levegőkémiai Hálózatot. Ennek adatai egy idő után világossá tették, hogy a csapadékvíz savassága a mérőhálózat által lefedett észak- és nyugat-európai területeken folyamatosan növekszik. Ugyanakkor más vizsgálatok kimutatták, hogy a skandináv tavakban tapasztalt halpusztulások és az Európa számos területén észlelt erdőkárosodások hátterében is a légkörbe bocsátott kén-

dioxid, és kisebb mértékben a nitrogén-oxidok okozta környezet-savasodás áll.

A nagyközönség a környezet savasodásával, a „savas eső” fogalmával és súlyos következményeivel az ENSZ 1972. évi stockholmi környezetvédelmi konferenciája kapcsán találkozott először. Ugyanebben az évben az OECD égisze alatt tizenegy európai ország közös programot indított a légszennyező anyagok nagytávolságú terjedésének vizsgálatára. A program bebizonyította, hogy a levegőbe bocsátott kén-dioxid napokig a légkörben maradhat, és eközben sok száz kilométeres távolságra juthat el. Ennek következtében az országok jelentős mértékben szennyezhetik egymás levegőjét. Érdemi javulás csak összehangolt nemzetközi levegőtisztaság-védelmi intézkedésekkel érhető el. 1977-ben az addig nyert ismeretek alapján az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága (EGB) az ENSZ Környezetvédelmi Programjával (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezettel (WMO) együttműködve létre hozta a légszennyező anyagok nagytávolságú terjedésének európai vizsgálatára az EMEP-et (European Monitoring and Evaluation Programme – Európai Megfigyelési és Értékelési Program).

Az EMEP – teljes nevén Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe (Európai Együttműködési Program a Légszennyező Anyagok Nagytávolságú Terjedésének Megfigyelésére és Értékelésére) – elsődleges célja az volt, hogy a kormányoknak információt nyújtson a szennyezőanyagok koncentrációjáról, kiülepedéséről, országhatárokat átlépő mennyiségéről, és ezzel segítse a kibocsátás-csökkentési intézkedések előkészítését, meghozatalát. A kitűzött célok elérése évtizedeken át tartó folyamatos munkát igényelt, amelyhez stabil politikai és gazdasági háttérre volt szükség.

Az EMEP és a Genfi Egyezmény

1975-ben a történelmi korszakhatárt jelző helsinki Európai Biztonsági és Együttműködési Értekezleten a résztvevők megállapították, hogy a szennyezőanyagok nagytávolságú transzportja Európa-szerte megfigyelhető és egyetértettek abban, hogy a jelenség megfigyelésére és értékelésére nemzetközi programot kellene indítani. Az értekezlet sikeres befejezését követően a politikusok a hidegháború és Európa megosztottságának végét ünnepezték. Mindkét oldalról számos együttműködési programot kezdeményeztek. Korabeli magyar források szerint Leonyid Iljics Brezsnyev, a Szovjetunió Kommunista Pártjának első titkára, a Szovjetunió vezetője, a Lengyel Egyesült Munkáspárt 1975. decemberi, VII. Kongresszusán mondott beszédében vetette fel, hogy „kedvező eredménnyel járna a

környezetvédelmi, a közlekedési és az energetikai együttműködés kérdéseivel foglalkozó összeurópai kongresszusok vagy kormányközi értekezletek megtartása”. Miközben számos kelet-nyugati kezdeményezés érdeklenségbe fulladt, vagy a felek ellenérdekeltsége, gyanakvása miatt elhalt, a környezetvédelmi egyezmény előkészítése az EGB égisze alatt elindult, és ha nem is problémamentesen, de haladt. Ebben szerepet játszhatott, hogy e téren a résztvevők – mai szemmel nézve meglepő módon – nem láttak komolyabb politikai vagy gazdasági kockázatot, a környezeti károk mérséklése pedig nyilvánvalóan nemzetközi megállapodást igényelt.

Közel negyvenes előkészítés után megszületett az „Egyezmény a nagy távolságra jutó, országhatárokon áterjedő levegőszennyeződésről” (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) tervezete, amely 1979. november 13–16. között Genfben került az összeurópai, miniszteri szintű környezetvédelmi konferencia elé. Itt a tervezetet 34 ország kormányának aláírásával lényegében vita nélkül elfogadták (http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.htm). Az egyezmény, amelyet gyakran Genfi Konvenció néven említenek, a 24. ratifikációs okmány letétbe helyezését követően, 1983. március 16-án lépett hatályba.

Az objektív tájékoztatás érdekében meg kell említeni, hogy a Genfi Konvencióhoz vezető tárgyalások kezdeményezését a nyugat-európai országok is magukénak vallják, és a korábbi OECD vizsgálatok eredményének tekintik. A konvenció létrejöttét annak idején a szocialista országok elsősorban politikai eredményként, míg a nyugat-európai országok a politikai szempontokat háttérbe szorító szakmai munka gyümölcseként értékelték. Az egyezmény persze aligha jöhetett volna létre úgy, hogy azt ne tekintette volna mindkét fél saját sikerének.

A Genfi Konvenció keretegyezmény, egyfajta szándéknyilatkozat. A konkrét kötelezettségeket az egyezményhez később csatolt jegyzőkönyvek tartalmazzák. A konvenció aláírásával a szerződő felek kinyilvánították, hogy a levegőszennyeződést súlyos problémának tekintik és az ember, valamint a környezet védelme érdekében korlátozzák, a lehetőségek határain belül fokozatosan csökkentik, amennyiben lehet, megakadályozzák. A szerződő felek kinyilvánították készségüket a környezet állapotára vonatkozó információk, a kutatási és mérési eredmények szabad cseréjére. Egységes, megfelelő szakmai színvonalú mérőhálózat nélkül a Konvenció nem érhetne el a célját, ezért az egyezmény 9. cikkelyében a szerződő felek kívánatosnak nevezték, hogy minden aláíró ország csatlakozzon az akkor már két éve létező EMEP programhoz, amely a kimunkálandó környezetvédelmi intézkedések tudományos alapját biztosíthatja.

A Genfi Konvenció aláíróinak tehát az EMEP-re, az EMEP-nek pedig a stabil, hosszú távú működéshez szükséges politikai, pénzügyi háttérre volt szüksége. Kézenfekvő volt tehát az EMEP beemelése a konvencióba. Ezt rögzíti a konvencióhoz csatolt első jegyzőkönyv (Jegy-

zőkönyv az EMEP hosszú távú finanszírozásáról – Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP) – http://www.unece.org/env/lrtap/emep_h1.htm). Az EMEP hosszú távú finanszírozásáról, az egyes országok kötelező anyagi hozzájárulásának mértékéről szóló jegyzőkönyvet 1984. szeptember 28-án fogadták el és a megfelelő számú ratifikációs okmány letétbe helyezését követően 1988. január 28-án lépett hatályba. A Jegyzőkönyv egyebek mellett minden országot kötelez az EMEP program előírásai szerint működő mérőállomások fenntartására, valamint a mérési és szennyezőanyag-kibocsátási adatok rendszeres jelentésére.

Ezt követően születtek meg a Genfi Konvencióhoz csatolt közismert jegyzőkönyvek a kén-dioxid, a nitrogén-oxidok, az illékony szerves szénhidrogének, a nehézfémek és a környezetben tartósan megmaradó szerves anyagok kibocsátásának, illetve országhatáron való átáramlásának korlátozásáról, valamint a négy szennyezőanyag kibocsátását mérséklő 1999. évi Göteborgi Jegyzőkönyv. A Jegyzőkönyveket az érdeklődő olvasó megtalálhatja a Konvenció honlapján (<http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>).

Az EMEP felépítése

A program a regionális léptékű légszennyezettség mérése és a szennyezőanyagok nagytávolságú terjedésének vizsgálatára jött létre. A mérések szakmai irányítására, a mérési-analitikai módszerek fejlesztésére, az állomások által mért adatok összegyűjtésére és elemzésére létrehozták a Kémiai Koordinációs Központot (Chemical Coordinating Centre), amelynek a kezdetektől a Norvég Légekörkutató Intézet (Norwegian Institute for Air Research – NILU) ad otthont. A szennyezőanyagok terjedésének, területi eloszlásának vizsgálatát, az ezeket a folyamatokat leíró matematikai modellek fejlesztését, a szükséges szennyezőanyag-kibocsátási adatok összegyűjtését a Meteorológiai Szintetizáló Központok (Meteorological Synthesizing Centres) végzik. Ezekből – az 1970-es évek politikai viszonyait tükrözve – kettő is született: a nyugati központ a Norvég Meteorológiai Intézetben, Oslóban, a keleti központ pedig Moszkvában, kezdetben az Alkalmazott Geofizikai Intézetben, kapott elhelyezést. A politikai szembenállás idején a párhuzamosan végzett modell-fejlesztéssel a központok egymás munkáit is ellenőrizték. Az 1990-es évekre azonban a központok már szakosodtak. Míg a Nyugati Központ a savasodást, eutrofizációt* okozó anyagok és a fotokémiai oxidánsok* terjedésének, ülepedésének folyamataira vonatkozó kontinentális skálájú matematikai modellt fejleszt és üzemelteti, a Keleti Központ a nehézfémekkel és a lassan lebomló szerves anyagokkal (POP) foglalkozik. A bővülő feladatok miatt 1999-ben létrehozták az Integrált Hatáselemzési Központot (Centre for Integrated Assessment Modelling),

amely a Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelmzési Intézetben (International Institute for Applied Systems Analysis) működik (Laxenburg, Ausztria). Feladata a jövőben várható szennyezőanyag-kibocsátás becslése, a különböző beavatkozási stratégiák hatásának környezeti, egészségügyi és gazdasági hatásainak elemzése.

Az EMEP-et az Irányító Testület (Steering Body) vezeti. Az évente egyszer, szeptember elején Genfben ülésező testületbe minden tagország delegál képviselőt. Magyarországot a kezdetektől az Országos Meteorológiai Szolgálat szakértői képviselik. 1991-ig Szepesi Dezső, majd e sorok írója töltötte be ezt a feladatot. 2007-től Pappné Ferenczi Zita képviseli hazánkat az EMEP Irányító Testületében. A testület beszámoltatja a Központokat, határozatot hoz a következő év munkatervéről, beleértve a méréseket, a kibocsátási adatok gyűjtését, a hatáselemzéseket és a más megfigyelési/kutatási programokkal való együttműködésekre vonatkozó kérdéseket, továbbá ellenőrzi a program tárgyevi költségvetésének teljesülését és előkészíti a következő évi költségvetést. Határozatait jogi erejű döntésre a Konvenció Végrehajtó Bizottsága (Executive Body) elé terjeszti.

Az Irányító Testület munkáját az említett Központokon kívül munkacsoportok (Task Force) segítik. Jelenleg négy ilyen munkacsoport működik: 1) Emisszió-kataszter* és kibocsátás-előrejelzési munkacsoport (Task Force on Emission Inventories and Projections), 2) Mérési és modellezési munkacsoport (Task Force on Measurement and Modelling), 3) Integrált hatáselemzési munkacsoport (Task Force on Integrated Assessment Modelling), 4) Hemiszférikus légszennyezés-terjedési munkacsoport (Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution).

Az EMEP mérési programja és állomáshálózata

Az EMEP-et a környezet egyre aggasztóbb mértékű savasodása és az ebből fakadó környezeti károk hívták életre, így mérési programja kezdetben a savasodást okozó anyagok megfigyelésére irányult. A környezet savasodását elsősorban a légkörbe bocsátott kén-dioxid és a belőle a légkörben képződő szulfát részecskék száraz, illetve nedves ülepedése okozza. Mérendő volt tehát ezen nyomanyagok légköri és csapadékbani mennyisége. Lényegében ez a feladat képezte az 1980-ig tartó 1. fázis mérőállomásainak minimum-programját. A minimum-programba beletartozott még a csapadékvíz savasságát általánosságban jellemző pH-érték mérése, továbbá a csapadékvíz klorid-, magnézium-, kalcium- és nátrium-ion tartalmának mérése ott, ahol a tengeri levegőből származó, természetes eredetű szulfátot indokolt volt elkülöníteni a döntően az emberi tevékenység által kibocsátott kén-dioxidból származó antropogén eredetűtől. Az úgynevezett bővített (extended) programot megvalósító állomásokon mérték a csapadékvíz ammónium- és nitrát-ion tartalmát is.

Az 1983-ig tartó 2. fázis a minimum-programban nem hozott változást. A bővített program azonban már vala-

mennyi ezt választó állomás esetében tartalmazta a döntően tengeri eredetű (fent említett) ionok mennyiségének mérését, továbbá megjelentek a savasodásban a növekvő gépkocsiforgalom miatt egyre nagyobb szerepet játszó nitrogén-vegyületek is. Így a bővített program tartalmazta a levegő nitrogén-dioxid, ammónia és salétomsav koncentrációjának, valamint az aeroszol részecskék nitrát és ammónium tartalmának a mérését is.

Az 1984 és 1986 közötti 3. fázis a kibővített csapadékkémiai elemzést és a nitrogén-dioxid légköri koncentrációjának mérését beemelte a minimum-programba, újabb komponensek mérését azonban nem írta elő a bővített programot végző állomások számára sem.

Az 1980-as évek közepére a környezetvédelmi intézkedések hatására megindult a környezetsavasodás lassú mérséklődése. Ugyanakkor egyre aggasztóbb méreteket öltött a magas ózon-koncentrációval járó fotokémiai szmogok megjelenése. A korábban csak Amerikából ismert, – Los Angeles(-i)” típusú szmogot* az 1970-es években észlelték először Európában, de a motorizáció terjedésével kialakulása egyre gyakoribbá vált. A korabeli Amerikával ellentétben Európában, az eltérő földrajzi viszonyok miatt, kevésbé súlyos, de nagy kiterjedésű, regionális léptékű fotokémiai szmog epizódok alakultak ki. Így a 1987-1989 közötti 4. fázis bővített mérési programjában megjelent a felszínközeli légréteg ózon-koncentrációjának megfigyelése is.

LOS ANGELES(-I) TÍPUSÚ SZMOG:

Nitrogén-oxidokkal, szén-monoxiddal, reaktív illékony szénhidrogénnel (fő forrásaik a belső égésű motorok) szennyezett levegőben intenzív napsütés hatására olyan (foto)kémiai reakciók zajlanak le, amelyek erősen egészség- és környezetkárosító, ún. másodlagos szennyezőanyagok (ózon, peroxiacetil-nitrát, aeroszol részecskék, stb.) képződéséhez vezetnek. Stagnáló időjárási viszonyok között ezek a másodlagos szennyezőanyagok felhalmozódhatnak, kialakulhat a fotokémiai (eredetű) szmog. A jelenséget először az 1940-es évek végén, az 1950-es évek elején Los Angeles környékén figyelték meg. Innen kapta nevét: Los Angeles vagy Los-Angeles-i típusú szmog. Ellentétben a magas kén-dioxid és korom koncentrációval jellemezhető, téli viszonyok között kialakuló ún. londoni szmoggal, a magas ózon-koncentrációval jellemezhető Los Angeles-i típusú szmog a nyári intenzív napsütés hatására alakulhat ki.

Az 1992-ig tervezett, de 1994-ig meghosszabbított 5. fázis megszüntette a bővített program kategóriáját és az előző fázis bővített programját valamennyi EMEP mérőállomásra alapfeladatként előírta. Ez volt az az időszak, amikor az EMEP mérési tevékenysége kezdett elszakadni a Konvenció által diktált tempótól. Javában tartott már az illékony szerves anyagok (VOC - az ózonképződés fontos nyersanyagai) kibocsátásának korlátozásáról szóló jegyzőkönyv előkészítése, amikor az EMEP-en belül ilyen méréseket csak önkéntes alapon, kutatási programokba ágyazva végzett néhány állomás. A Jegyzőkönyv előkészítéséhez szükséges tudományos alapokat, méréseket alapvetően az 1987-ben indult EUREKA/EUROTRAC

projekt biztosította. Ebben az időszakban indult meg a nehézfémekre és a lassan lebomló szerves anyagokra (POP) vonatkozó egyezmények alapozása. Ezeknek a nyomonanyagoknak a mérése komoly szakértelmet és költséges laboratóriumi háttérrel igényel. Így az EMEP Irányító Testülete e komponensek mérését csak önkéntes felajánlásokként kérhette a tagországoztól. A 6. fázisban (1995–1998) ugyan kísérlet történt bizonyos nehézfémek és szénhidrogén vegyületek mérésének kötelezővé tételére, ez azonban csak mérsékelt sikerrel járt. Egyedül a legfontosabb nehézfémek (ólm, kadmium) kerültek be a kötelező mérési programba. Kísérlet történt az egyre heterogénebb hálózat egységesítésére, a terjedési modellek adat-igényéhez illesztésére is, ajánlások születtek az egyes országokban működtetendő állomások darabszámára és mérési programjára, ezek a kezdeményezések azonban a tagországok érdektelensége vagy (anyagi) ellenérdeklése miatt elhaltak.

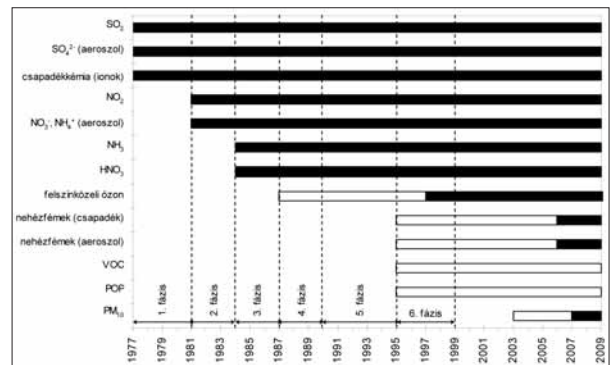
Az 1999-ben indult 7. fázisnak megoldást kellett találnia a fenti problémára. Nem volt tovább tartható, hogy minden mérőállomástól ugyanazt a mérési programot követeljük meg, mivel az egyre költségesebb technikát és egyre nagyobb, jól képzett személyzetet igényelő mérések megkezdését számos tagország anyagi okokból határidő megjelölése nélkül halogatta, lényegében megtagadta az újabb mérések programba iktatását. (A Genfi Egyezmény semmilyen szankciót nem tartalmaz erre az esetre!) Ugyanakkor a sűrűbb állomáshálózatú régiókban szakmailag sem feltétlenül indokolt, hogy minden állomáson az összes programban szereplő légszennyező anyag mérését végezzék. Az EMEP Irányító Testülete 2003-ban elfogadta az állomások kategóriákba sorolását, ami lényegében visszahozta az alap- és bővített-program koncepciót. Az alapállomások (1. kategória – Level 1) a bonyolultabb kémiai analízisek nélküli, lényegében a 6. fázisban kialakult mérési program szerint dolgoznak, amihez 2003-ban kötelező feladatként jött a 10 µm alatti aeroszol-részecskék tömeg-koncentrációjának (PM10*) mérése. Az Irányító Testület határozata szerint 50000 km²-enként legalább egy ilyen állomásnak kellene Európában működni

(EB.AIR/GE.1/2003/3/Add.1 –

http://www.unece.org/env/lrtap/emep/emep27_docs.html). Cél, hogy ezek közül az állomások közül minél többet idővel 2. kategóriájú állomássá fejlesszenek.

A 2. kategóriájú (Level 2) állomások végzik – az alapprogram végrehajtása mellett – a komolyabb szakértelmet és laboratóriumi háttérrel igénylő, de egyébként egységesített módszertan alapján végezhető méréseket. Ebbe a körbe tartoznak a Genfi Konvencióhoz csatolt Jegyzőkönyvekben nevesített nehézfémek, illékony és lassan lebomló szerves anyagok, továbbá a légköri aeroszol részletesebb vizsgálata. Európában legalább 20–30, földrajzilag jól elosztott 2. kategóriájú állomásra lenne szükség. A 3. kategória (Level 3) a kutatási szintet jelenti. Ezek az állomásokon, döntően különböző kutatási projektek

keretében olyan méréseket is végeznek, amelyek jelenleg még csak az általános ismeretszerzést vagy a mérési módszertan kidolgozását, fejlesztését szolgálják. Itt nem kötelezők az alacsonyabb kategóriájú állomások mérései, hiszen ezek az állomások jellemzően kutatási célokat szolgálnak. Az EMEP mérési programjának fejlődését az 1. ábra mutatja be, míg a különböző kategóriájú állomások aktuális mérési programját az 1. táblázat tartalmazza. Az EMEP mérési stratégiája és programja a Kémiai Koordinációs Központ honlapján érhető el (<http://www.nilu.no/projects/ccc/>).



1. ábra: Az EMEP mérési programjának fejlődése és Magyarország részvétele (sötét sáv)

1. kategóriájú állomások

- szervesetlen ionok a csapadékokban (SO_2 , NO_3 , C_1 , NH_4 , H^+ , Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , továbbá pH és vezetőképesség – napi mintavétel);
- nehézfémek a csapadékokban (legalább Cd és Pb, továbbá Cu, Zn, As, Cr, Ni – napi vagy heti mintavétel);
- gázok és aeroszol részecskék (SO_2 , SO_2 , teljes nitrát [$\text{HNO}_3 + \text{NO}_3$], teljes ammónium [$\text{NH}_3 + \text{NH}_4$], HC_1 , NO_2 , Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ – napi mintavétel, O_3 – órás mintavétel);
- aeroszol részecskék tömegkoncentrációja (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ – órás vagy napi mintavétel);
- gáz-részecske arány ($\text{HNO}_3 / \text{NO}_3$, $\text{NH}_3 / \text{NH}_4$ – havi mintavétel);
- meteorológia (csapadékmennyiség, léghőmérséklet, relatív nedvesség, légnyomás, szélirány, szélesség – órás átlagok).

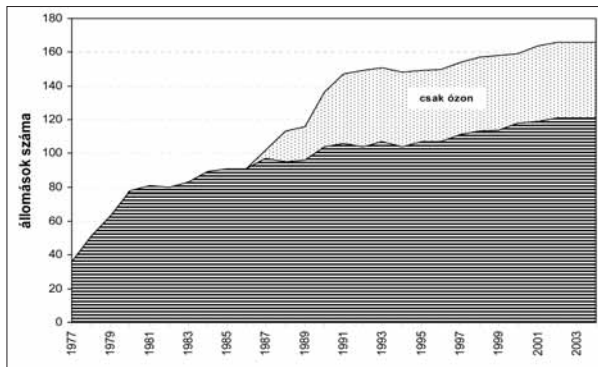
2. kategóriájú állomások (az 1. kategóriájú állomások feladatain túlmenően)

- gáz-részecske arány ($\text{HNO}_3 / \text{NO}_3$, $\text{NH}_3 / \text{NH}_4$ – órás vagy napi mintavétel);
- gázok (NO , NO_2 , C_2 , C_7 szénhidrogének – órás mintavétel, aldehidek és ketonok - 8 órás mintavétel, hetente kétszer);
- nehézfémek a csapadékokban (Hg – heti mintavétel);
- nehézfémek az aeroszol részecskékben (legalább Cd és Pb, továbbá Cu, Zn, As, Cr, Ni - napi vagy heti mintavétel, Hg [gáz fázisban is] – órás vagy napi mintavétel);
- lassan lebomló szerves anyagok (POP) a légkörben és a csapadékokban (PAH, PCB, HCB, HCH, DDT/DDE – napi vagy heti mintavétel);
- aeroszol részecskék összetevői PM_{10} -ben és $\text{PM}_{2.5}$ -ben (SO_2 , NO_3 , C_1 , NH_4 , Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ – órás vagy napi mintavétel, Si [csak PM_{10} -ben], elemi szén, szerves szén – napi vagy heti mintavétel).

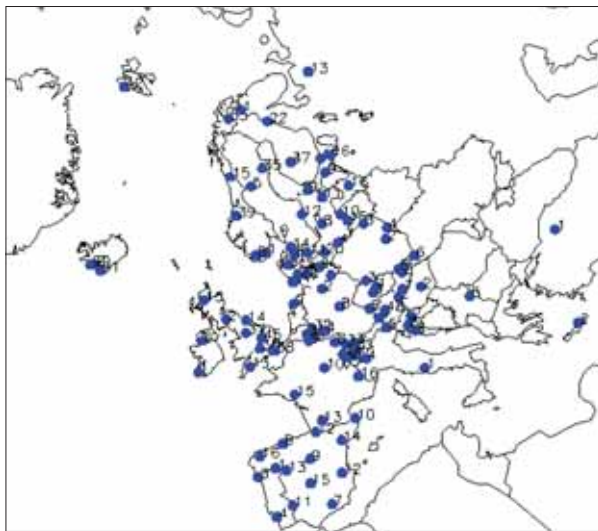
1. táblázat Az EMEP mérőállomások mérési programja a 2004–2009-es Stratégiai Terv szerint (<http://www.nilu.no/projects/ccc/>)

A Kiotói Jegyzőkönyv aláírása után többször felmerült, hogy az EMEP vonja be mérési programjába az üvegházhatású gázok mérését is. Mivel azonban egyrészt a már létező mérési program is csak részlegesen teljesült, másrészt az üvegházhatású gázok meglehetősen költséges és szakemberigényes mérésére, a kibocsátási adatok gyűjtésére már léteztek nemzetközi szervezetek és programok, a tagországok ellenállása miatt a kezdeményezést az Irányító Testület végül levette a napirendről.

Az EMEP megalakulásakor 36 mérőállomás csatlakozott a programhoz. A következő néhány évben a hálózat gyorsan bővült (2. ábra). Ezt követően a bővülés már lelassult, évente csak néhány új állomás létesült, miközben egy-kettő különböző okokból meg is szűnt. A regisztrált EMEP állomások számában az 1980-as évek végén, a felszínközeli ózon-koncentráció mérés programba emelések jelentős ugrás történt. Ennek az az oka, hogy a tagországok a már meglévő ózommérő állomásaikat EMEP állomásként is regisztrálták, és megkezdték ezek mérési adatainak a jelentését is. Ezeknek az állomásoknak a nagy részét a



2. ábra Az EMEP mérési programjában résztvevő állomások számának alakulása



3. ábra A savasodást és eutrofizációt okozó nyomonanyagokat mérő állomások földrajzi elhelyezkedése 2004-ben. A térkép szokatlan tájolását az EMEP szennyezőanyag-terjedési modellje indokolja, amely a lehető legkisebb téglalappal (értelmezési tartomány) próbálja lefedni Európát (forrás:

<http://www.nilu.no/projects/ccc/network/index.html>)

hálózat megítélésekor célszerű külön kezelni, mivel többségük mindmáig csak az ózon mennyiségét méri, más méréseket nem végez, így még csak valódi 1. kategóriájú EMEP állomásnak sem tekinthetők. Az állomáshálózatra vonatkozó legfrissebb adatok (2004 – <http://www.nilu.no/projects/ccc/network/>) szerint a mérőhálózat, az Irányító Testület minden erőfeszítése ellenére, területileg ma sem homogén (3. ábra). Az állomáshálózat Dél- és Kelet-Európában lényegesen ritkább, mint Észak- és Nyugat-Európában. 2004-ben az illékony szerves anyagok (VOC) mérését csupán 17 állomás végezte, a lassan lebomló szerves anyagokról (POP) pedig csak 12 küldött adatot. Ráadásul ez utóbbiak közül csak 5 volt teljes értékű, a többi vagy csak a csapadékvíz, vagy csak az aeroszol-részecskék POP tartalmát mérte.

Magyarország és az EMEP

A csapadékvíz szulfát- és nitrát-ion tartalmának mérése Magyarországon már 1965-ben megkezdődött az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) csapadékkémiai mérőállomásain. Az OMSZ a levegő kén-dioxid és nitrogén-dioxid regionális háttérkoncentrációjának mérését 1972–1973-ban kezdte meg néhány mérőállomáson, egyebek között a VITUKI kiskunsági Komlói Imre Kísérleti Telepén. 1980-ban ennek a mérőhelynek az örökébe lépett a közvetlen a szomszédságában létesült, azóta is működő K-pusztai mérőállomás. Az EMEP megszületésekor tehát az elvárt mérések mindegyike jó ideje folyt már hazánkban. Magyarország egyike volt annak a tíz országnak, amely az EMEP létrejöttének pillanatától küldött adatokat a programnak. EMEP mérőállomásként a regionális háttér-levegőszennyezettség mérésére leginkább alkalmas kiskunsági állomást jelentettük be (Komlói telep/K pusztai).

A Genfi Egyezmény hazai előkészítése természetesen kormányzati szinten zajlott, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium koordinálásával és – egyebek között – az OMSZ bevonásával. A Konvenciót Magyarország – az Orosz Föderáció, Ukrajna és Fehéroroszország után – negyedikként, 1980. szeptember 22-én ratifikálta. A Konvenció aláírására összehívott genfi miniszteri értekezlet után, 1979 végén, a Minisztertanács az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatalt (OKTH) bízta meg az egyezményrel kapcsolatos hazai feladatok megszervezésével. Az intézkedési terv az OMSZ feladatává tette egy öt mérőállomásból álló mérőhálózat kialakítását. Az OMSZ meghatározó részfeladatokat kapott egy nagytávolságú szennyezőanyag-transzport modell kidolgozásában és a kutatásokat végző intézmények sorában is helyet kapott. Az OKTH intézkedési tervében megfogalmazott, OMSZ-ra vonatkozó feladatokat az OMSZ elnökének 3/1980. számú határozata fordította le konkrét teendőkre.

Az intézkedési tervek az 1985-ben végződött VI. ötéves terv idejére szabtak meg feladatokat. Bár Magyarország ugyancsak az elsők között iktatta jogrendszerébe a Genfi Konvencióhoz csatolt, EMEP-ről szóló Jegyzőkönyvet

(1985. május 8.), nagyon úgy néz ki, hogy az 1985-ben végződött tervidőszak után esedékes feladatok meghatározásáról, illetve arról, hogy erre egyáltalán szükség van, mindenki megfeledezett. Ez a rendszerváltásig, a gazdasági megszorítások első hullámáig nem okozott gondot. A mérések a korábbi utasítások és rendelkezések lejárta ellenére rendben folytatódtak. Az 1990-es évek elején, az OMSZ tevékenységének, létszámának kényszerű szűkítése kapcsán aztán kiderült, hogy ez a fontos, nemzetközi kormány szintű egyezményből fakadó feladat végrehajtása formálisan nem szerepel az OMSZ kötelezettségei között. Ez a tevékenység tehát takarékosági okokból saját hatáskörben megszüntethető, illetve végzéséért – üzleti tevékenységként – pénz kérhető. Az egyezmény végrehajtásáért felelős Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium azonban ezt másként látta. A tisztázatlan jogi helyzet jó időre megakadályozta az EMEP mérési program fejlődésének követését, a módszertani korszerűsítéseket, amelynek a folyó mérések minősége látta kárát.

Az általános pénzszűke mindmáig rányomja bélyegét a hazai EMEP mérésekre. Az 1990-es évek közepén a kül-

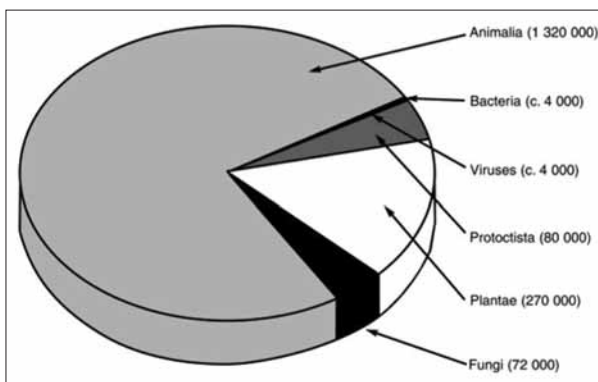
földi anyagi támogatás ellenére nem jött létre az Irányító Testület által kívánatosnak tartott második magyarországi EMEP mérőállomás, a hosszú távú finanszírozás bizonytalansága miatt. Magyarország csak egy 1. kategóriás, alapállomás (K pusztai) fenntartását vállalta, a modellek pontosabbá tételéhez e földrajzi körzetben feltétlenül szükséges bonyolultabb, költségesebb méréseket nem. Némi optimizmusra ad azért okot, hogy a laboratóriumi háttér az elmúlt bő évtizedben számottevően korszerűsödött, jelentősen javítva a mérési adatok minőségét. Ha az EMEP mérési programba foglalásához képest hosszabb-rövidebb késlekedéssel is, de 1996-ban megindultak a felszínközeli ózonkoncentráció mérések, 2007-ben pedig az aeroszol tömegkoncentráció (PM10) mérések is. 2006-tól már a két legfontosabb nehézfém (ólom, kadmium) csapadékban és aeroszolban mért koncentrációját is jelentjük az EMEP adatközpontnak, és ezzel lényegében teljesítjük egy 1. kategóriás mérőállomás mérési programját.

Haszpra László

MILYEN AZ ÉLŐVILÁG* SZÁMÁRA OPTIMÁLIS ÉGHAJLAT?

Az ökoszisztémák fontossága

A magasabbrendű élőlények, növények és állatok többsége általában szabad szemmel látható, ismert fajtáik száma körülbelül másfél millió (1. ábra). A magasabb rendű élőlények élete, szaporodása ökoszisztémában zajlik. Az ökoszisztéma sémája egy energia- illetve anyagáramlási körforgás, amelynek láncszemei a következők: a Naptól érkező fény-kvantumok (fotonok) energiája, élettelen anyagok, pl. víz, tápanyagok, széndioxid, stb., a fotoszintézisre alkalmas anyagot (karotenoid vagy klorofil) tartalmazó „termelők” vagy producensek, a növényevők vagy primer



1. ábra. Megközelítőleg 1.75 millió fajt ismerünk, bár az egyes forrásokban található becslések nagyon különböznek. Adatok az ábrán: állatok 1 320 000, baktériumok 4000, vírusok 4000, protozoák (egysejtűek) 80 000, növények 270 000, gombák 72 000.

(Forrás: Bartholt et al., 2004)

konzumensek, a húsevők vagy szekunder konzumensek, ezek elhalása után a bomló szerves anyagot eltakarító dögevő rekuperálók, illetve a használhatatlan vagy éppen mérgező bomló anyagot átalakító reducens vagy dekomponáló mikroorganizmusok. Így lesz a szerves holt anyagból a növények számára újra használható „táplálék”.

Az ökoszisztéma működéséhez szükséges energiát a nap sugárzás jelenti, amelyből a producensek bizonyos fotonokat kiválogatnak, és ezek energiájának felhasználásával szerves anyagokat állítanak elő. Mindenekelőtt tehát szükség van napfényre. Az anyag, a táplálék áramlásához, a melléktermékek eltávolításához szükség van szállító közegre, (folyékony) vízre. Az élő sejtek életfunkciójukat bizonyos hőmérsékleti határok között képesek fenntartani. A napfény, a víz és a hőmérséklet éghajlati elemek. Így kapcsolódik az élővilág az éghajlathoz (Széky Pál, 1979).

Az élővilág számára optimális éghajlat elméleti kérdése

Egy alkalommal agrometeorológus szakembernek tették fel a kérdést: „Milyen legyen egy év időjárása hazánkban, hogy a legfontosabb kultúrnövényeink mindegyikének optimális termést biztosítson, de kárt ne okozzon?” A válasz az volt, hogy ilyen időjárás nem létezik. Az egyes növényeknek fenofázisonként* különböző mennyiségű napfényre,

* Megjegyzés: élővilágon ebben a tanulmányban csak a szabad szemmel látható (makroszkopikus) élőlények összességét értjük.

nedvességre, más-más hőmérsékletre van szüksége. Ami jó az egyik növénynek adott évszakban, az kevésbé kedvező a másiknak és fordítva.

Hasonló mondható a természetes ökoszisztémákról. Ha megváltozik az éghajlat, ez a változás lehet, hogy kedvezőtlen egyes fajoknak, esetleg el is pusztulnak, vagy legalábbis módosulnak, de lehet, hogy az elpusztulók helyébe újak lépnek, amelyeknek a megváltozott éghajlat a kedvező. Richard S. Lindzen, az IPCC WG I* egyik vezető munkatársa, a MIT meteorológiai professzora fel is teszi a kérdést: az örökké változó hőmérsékletű éghajlatot mikor nevezhetjük optimálisnak? Miből gondoljuk, hogy a jelenlegi éghajlat minden szempontból kedvező minden élőlénynek, és ha a klímánk megváltozik, az kizárólag hátrányokkal járna? (Lindzen, 2007).

Elgondolkodtató mindenesetre, hogy az élővilág mennyire tud alkalmazkodni még a szélsőséges környezeti viszonyokhoz is. A sivatagban élő hüllők a forró napsütés elől a homokba ássák magukat olyan mélységbe, ahol még kapnak elég levegőt, de a hőség már elviselhető számukra. Éjszaka, amikor már lehűl a talaj és a levegő, előbújnak. A sivatagi rovarok hasonlóképpen éjszaka bújnak elő a homokból, és amikor az erős lehűlés miatt harmat képződik, a testükre kicsapódott vizet csápjajkkal összekotorják és lenyelik, ez elegendő a napi víz-szükségletük kielégítésére. A hüllők elpusztulnának a nappal felforrósodott talajon, a sivatagi rovarok pedig az éjszakai harmat nélkül.

Elődeink, amikor félig a föld alá építkeztek, hasonlóképpen kihasználták azt, hogy a talaj a felszíntől a mélyebb rétegek felé haladva egyre kiegyensúlyozottabb hőmérsékletet biztosít. A pincékben például sohasem fagy meg a víz télen, és nem olvad meg a vaj nyáron, ezért lehet a pincéket természetes hűtőszekrénynek is használni.

Az is elgondolkodtató, hogy az éghajlat melege miatt emelkedő tengerszint miért okoz egyesekben olyan félelmet, mintha a tengerszint soha sem változott volna a múltban? Lindzen emlékeztet arra, hogy az utolsó eljegesedés óta eltelt 15 ezer év alatt a tengerszint 100 m-t emelkedett (lásd még: IPCC WG I, TAR, 2001 p. 656.). Ha ez az emelkedés egyenletesen történt, akkor évszázadonként mintegy 66 cm-t kellett emelkednie az átlagos tengerszintnek. Ezzel szemben a 20. században a tengerszint mért növekedését 10-20 cm-re becsülik (Meissner, 2004; IPCC WG I, TAR, 2001.). Ehhez hozzá kell tennünk, hogy a tengerszint magassága nem csak a víztömegtől függ, hanem egyebek között a tenger medrének változásaitól, a kéreglemezek mozgásától is.

A szubtrópusi-trópusi éghajlat általában kedvezőbb az élővilág számára a Földön, mint a hűvösebb klíma

Ezt az állítást látszanak igazolni a következő tények. Az ember által használt növények, élelmiszerek, fűszerek, illatszerek készítésére alkalmas növények túlnyomó többsége a meleg éghajlatot kedveli, illetve a meleg évszakban hozza a

termését. A rizs, szőlő, gyapot és a kukorica kifejezetten hőigényes növény. A hűvös éghajlatot kedvelő növények is a meleg évszakban hozzák a termésüket, például a burgonya. A félszáraz éghajlaton az esős évszakban indul meg a növények újraeredése, ez a szavannákon egyben a nyári félév. Nem véletlen, hogy a földművelés első nyomait is a meleg éghajlaton találjuk, és az első civilizációk is a meleg vagy forró klímán alakultak ki, mint a kínai, hindu, mezopotámiai, egyiptomi, görög, föníciai, szábeus népek kultúrái (Koppány, 2006).

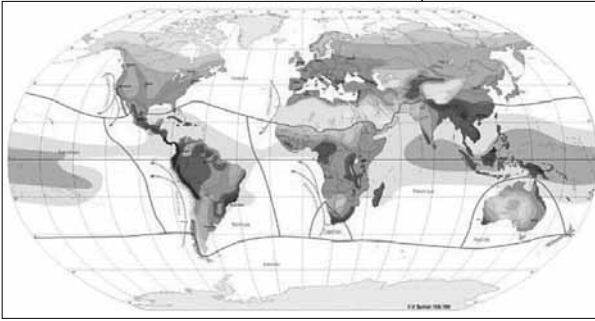
A látható, makroszkópikus élővilág elterjedésének, a Fanerozoikumnak korában a Föld éghajlata általában jóval melegebb volt a jelenleginél. 300–350 millió évvel ezelőtt, amikor dús növényzet borította a Föld nagy részét, szubtrópusi éghajlat volt a jellemző bolygónkon. Ezt paleoklimatológiai kutatások és őslénytani vizsgálatok igazolják.

Az állatvilág többsége is a meleg éghajlatot részesíti előnyben, ezért kelnek útra a vándormadarak a meleg évszak végén arra a féltekére, ahol éppen kezdődik a következő meleg évszak és nem pedig fordítva. Vagyis az őszből mennek a tavaszba hiszen a meleg évszakban találják meg az életben maradásukhoz szükséges táplálékot. Kivétel a tengerek élővilága, mivel a hideg víz több oxigént tud oldani, mint a meleg, ezért a hidegebb, oxigénben dúsabb vizekben több táplálékot találnak a bálnák és néhány halfaj.

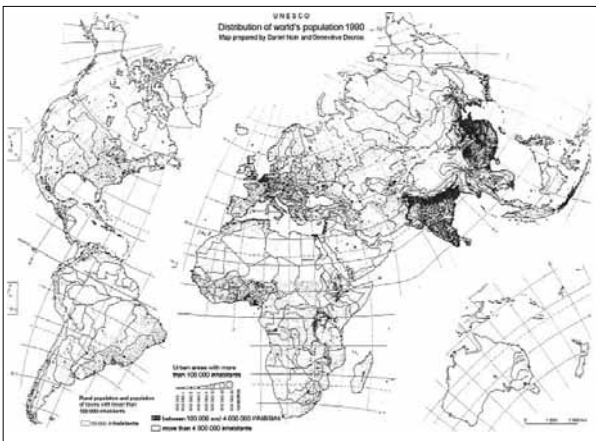
Természetesen más kivételek is akadnak, mint a sarki rókák vagy jeges medvék és a fókák. Az élővilágra azonban nem a sztatikus állapot a jellemző, hanem az állandó változás, ami vagy egyes fajok ritkulásával, esetleg kipusztulásával vagy alkalmazkodó képességének kifejlődésével jár. A földtörténet során bekövetkezett biológiai katasztrófák során azok az állatfajok maradtak meg, amelyek legjobban tudtak alkalmazkodni, és ezekből fejlődtek ki további új fajok (Budyko et al., 1988).

Hogy az élővilág produktivitása is a meleg évszakban növekszik, azt jól mutatják azok az űrfelvételek, amelyek hamis színek felhasználásával ábrázolják a biomassza sűrűségét az egész Föld területén. Ezek a felvételek feltűnő a legnagyobb biomassza sűrűségű zóna eltolódása januárban a déli, júliusban az északi félgömb közepes szélességei felé.

A biodiverzitás globális eloszlásának bemutatására szolgál a 2. ábra, amely a növényfajok előfordulási gyakoriságát szemlélteti. Az ábrán a legvilágosabb árnyalat 100-nál kevesebb növényfajt jelent 10 000 km²-en, a következő árnyalat 100–200 fajt és így tovább, a legsötétebb árnyalat 5000-nél több fajt (Bartholt et al., 2004). A sivatagokat leszámítva a trópusoktól a hűvösebb éghajlat felé haladva egyre csökken a biodiverzitás. A legnagyobb a növényfajok változatossága ott, ahol az orográfikus szintkülönbségek miatt kis távolságon belül erősen változik az éghajlat (Közép-Amerika, Andok, Madagaszkár stb.). Feltűnő még a trópuson kívül Dél-Afrika gazdag növényvilága.



2. ábra. Az edényes növények diverzitásának térképe Bartholt et al. szerint. A leghalványabb árnyalat: 10 000 km² területen 100-nál kevesebb faj, a következő árnyalat 100–200 faj, a következő 200–500 faj és így tovább, a legsötétebb árnyalat: 5000-nél több faj. Legnagyobb a diverzitás az egyenlítői zónában.



3. ábra. A népsűrűség eloszlásának globális térképe. (Forrás: UNESCO, 1997, in *Population Geography*, www.eolss.net).

Eurázsia és Észak-Amerika területén szembetűnő a növényfajok ritkulása a magasabb szélességek felé.

A 3. ábra a népsűrűség földrajzi eloszlását mutatja be. Jól látható a térképen, hogy Európa kivételével a legnagyobb népsűrűségű területek a 40–45° szélességek és az Egyenlítő között vannak. Korábbi tanulmányainkban kimutattuk, hogy az 50 legnagyobb népsűrűségű országnak több mint 90%-a a szubtrópusi és trópusi éghajlatú zónában található. Kivételt 4-5 európai ország képez. A legnagyobb népsűrűségű országoknak a felében az egy főre jutó GDP meghaladja a 15 000 USD-t, azaz nem mondhatók szegénynek (Koppány, 2004; Koppány, 2005, Nagy Világatlasz, 2004). A kivételt képező nagy népsűrűség kialakulása Európában valószínűleg annak is köszönhető, hogy az ókori Római Birodalom Európában észak felé terjeszkedett és legészakibb határa Anglia középső táján, kb. az 55 N szélességen húzódott. A Birodalom tehát részben kiterjedt a mérsékelt vagy hűvös éghajlatú területekre, ahol télen fűtésre volt szükség. Ezért a rómaiak kifejlesztették a padlófűtés rendszerét. Valószínű az is, hogy az Atlanti-óceán éghajlatot mérséklő hatása is vonzotta Európa nyugati vidékére az embert, továbbá Európa a legtagoltabb kontinens, itt van a legtöbb félsziget

és beltenger, így kiegyenlített hőmérsékletű és elegendően nedves éghajlat alakult ki.

Az éghajlat melegedésétől való félelmet nem az indokolja, mintha a melegedés az élővilág számára kizárólag káros hatással lenne, hanem sokkal inkább a változással járó gazdasági hatások növekedése. Az időjárási szélsőségek okozta károk 4 évtized alatt megtízszereződtek a világon: az 1950–1959 közötti évtizedben a világon összesen 39 milliárd USD, 1990–1999 között csaknem 400 milliárd USD volt a kár 1999-es USD árfolyammal számolva (IPCC WG II., 2001). Ennek elsődleges oka az óriási gazdasági fejlődés, a gazdasági értékek felhalmozása. Csak Magyarországon a személygépkocsik száma 50 év alatt 120-szorosára nőtt, de a világon ugyanekkor majdnem mindenütt sokat fejlődött főleg az infrastruktúra és a mezőgazdasági termelés, ami a társadalmat sebezhetőbbé tette.

James Lovelock szerint: „Nem a Föld sérülékeny, hanem mi magunk. A természet az általunk előidézetteknél sokkal nagyobb katasztrófát is átvészelt már. A tevékenységünkkel nem pusztíthatjuk el a természetet, de magunkat annál inkább” (Lovelock, 1987).

Koppány György, Gulyás Ágnes

Irodalom

- Bartholt, W., K.E. Linsenmair and S. Porembski, 2004: Biodiversity: Structure and Function. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, www.eolss.net.
- Budyko, M.I., Golitsyn, G.S. and Izrael, Y.A., 1988: Global climatic catastrophes. Springer Verlag, Berlin.
- Climate Change, 2001. The Scientific Basis. WG I WG II. Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Climate Change, 2001. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. WG II. Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Koppány, G., 2004: Climate Changes and their Influence on the Human History. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, www.eolss.net.
- Koppány Gy., 2005: Ha tényleg bekövetkezne a globális melegedés. Léggör, 50. évf. 3. sz. 23-25.o.
- Koppány Gy., 2006: Az ókori civilizációk kialakulásának földrajzi elhelyezkedése. Táj, környezet és társadalom, 403-411.o. Szerk.: Kiss Andrea, Mezösi Gábor, Sümegehy Zoltán. SZTE, Szeged, 2006.
- Lindzen, R.S., 2007: Why so gloomy? Newsweek. Guest opinion. 16 April 2007.
- Lovelock, J.E., 1987: Gaia. Göncöl Kiadó, Budapest.
- Meissner, R., 2004: The Impact of Global Warming on Sea-level Rise. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, www.eolss.net.
- Nagy Világatlasz, 2004 Nyír-Karta, Nyíregyháza.
- Széky Pál, 1979: Ökológia. Natura, Budapest.

Beszámoló a Meteorológiai Világszervezet XV. Kongresszusáról

A WMO 15-ik kongresszusa 2007. május 7. és 25. között Genfben ülésezett. A Meteorológiai Világszervezetnek 6 régióból 182 ország tagja. A kongresszus a szervezet legfelsőbb döntéshozó testülete, amely négyévente ülésezik a résztvevő delegációk kormány megbízólevelével birtokában jogosultak a szavazásra. A rendezvényen 163 tagország küldöttsége jelent meg. A küldöttségek tagjai rendszerint a meteorológiai illetőleg hidrológiai intézmények vezetői, a nemzetközi kapcsolat tartói, minisztériumi szakértők, a követségek munkatársai voltak. Részt vettek továbbá a WMO programok vezetői és 30 nemzetközi szervezet képviselője, a nem állami szervezetek küldöttei továbbá négy nem WMO tagállam megfigyelője és felkért szakértők, összesen kb. 1000 fő. A kongresszus nagy létszámú megbeszélésein folyamatos szinkrontolmácsolás zajlott a WMO hét hivatalos nyelvén (angol, francia, orosz, spanyol, portugál, arab, kínai).

A magyar küldöttség megbízásához miniszterelnöki határozat született a kongresszuson való részvételről, melyben a környezetvédelmi és vízügyi miniszter felhatalmazást kapott arra, hogy a külügyminiszterrel egyetértésben kijelölje a delegáció tagjait. Ezt követően került sor a meghatalmazási okirat kiállítására. Az eljárás fél évet vett igénybe. A küldöttség vezetője *Dunkel Zoltán dr.* az OMSZ elnöke, helyettese *dr. Dobi Ildikó* az Nemzetközi Kapcsolatok osztályvezetője, tagjai *dr. Buzás Zsuzsanna* a KvVM főtanácsosa, *dr. Bakonyi Péter* a VITUKI Rt. ügyvezető igazgató-helyettese, a Hidrológiai Tanácsadó, továbbá a Magyar Állandó Képviselő az ENSZ Genfi Hivatala mellett („Genfi Magyar Misszió”) első beosztottja, *Blazsek Dóra* volt. A korábbi kongresszusok

hagyományai sajnos nem folytatódtak, mivel a Magyar Honvédség nem képviseltette magát.

Az OMSZ feladata volt a kongresszuson az összes hazai meteorológiai szervezet, intézmény és vállalkozás képviselése, ezért az utazást megelőzően április 17-én az érintett cégek és intézmények képviselőivel megbeszélést tartottunk.

A résztvevőktől a katonai meteorológia szempontok érvényesítésére valamint a szakmát népszerűsítő alapfokú oktatási segédanyagokra vonatkozóan kaptunk érdemi javaslatokat.

A három hetes genfi kongresszus helyszíne a Nemzetközi Konferencia Központ épülete volt, ahol a plenáris ülésekkel többnyire párhuzamosan további két szekcióban folyt a program. Az első két napon a hivatalos megnyitót és a választással kapcsolatos szervezési kérdéseket követően került sor a főtitkári, az elnöki, valamint a régióvezetők és a pénzügyi vezető beszámolójára.

Május 8. és 10. között került megrendezésre a METEOHYDEX kiállítás, a meteorológiai mérőműszereket bemutató rendezvény. A kiállításon minden számottevő meteorológiai műszereket gyártó cég képviseltette magát. Sajnálattal kellett megállapítani, hogy az egyre drágább VAISALA rádiószondát legfeljebb kínai szondával lehetne csak kiváltani.

Nyolc napon keresztül két munkacsoportban zajlott a WMO programvezetőinek beszámolója az elmúlt négy év során végzett tevékenységről és a további feladatokról.

A kongresszus részletesen megvitatotta a WMO hosszú távú (2008–2011) és további időszakot vizsgáló Millenniumi terveit, a szervezetet érintő legfontosabb változásokat, a költségvetést, az ENSZ-

szel és egyéb nemzetközi szervezetekkel történő kapcsolattartást, valamint pénzügyi és jogi kérdéseket.

A kongresszus legfontosabb hazánkat érintő pénzügyi döntése a magyar tagdíj drasztikus megnövelése volt (Res40 Cg-XV). A tagállamok hozzájárulásának arányát a WMO XIV. kongresszusának döntése (Res36 Cg-XIV) értelmében az ENSZ skála alapján számítják. A legutóbbi, a 2005–2007-es KSH adatok alapján számított mutató értéke alapján hazánkra a hozzájárulás aránya 0,12%-ról 0,24%-ra nő a 2008-2011-es időszakra. Ez tagdíj-duplázódást jelent. A tagországok közül minket érint a legnagyobb emelés. A tagdíjfizetés aránya Ausztriában 0,87%, Csehországban 0,28%. A legnagyobb tagdíjfizető változatlanul az Egyesült Államok (21,6%). Érdekesképpen megemlítjük, hogy India 0,44%-nyi, míg Irán 0,18%-nyi tagdíjat fizet.

A kongresszus döntött a WMO embléma megújításáról valamint a szervezet döntéseinek átláthatóságáról. Ennek értelmében a Végrehajtó Tanács (EC) döntései a szervezet honlapján publikussá válnak, továbbá nyitottabbá válik a tagállamok számára a Pénzügyi Tanácsadó Bizottság tevékenysége is.

Az egyik legfontosabb határozat, hogy végre megrendezésre kerül a 3. Éghajlati Világkonferencia. Időpontja és helyszíne: 2009. augusztus 31 - szeptember 4, Genf.

A WMO tíz fő programja közül a WWW¹ a Szervezet legnagyobb prioritású, melyek feladata a nemzeti szolgálatoktól származó alapinformációk összehangolása, a meteorológiai és hidrológiai adatgyűjtéstől, az adatátvitelen, és

¹ WWW – World Weather Watch Programme

adatkezelésén át az előrejelzésig. Ebből adódóan szoros együttműködést tart fenn a CBS² és a CIMO³ technikai bizottságokkal. Az elmúlt négy évben egyebek mellett jelentősen hozzájárult a GEOSS⁴ tevékenységéhez, a GTS kapacitások növekedéséhez WMO WIS Informatikai Rendszerének⁵ fejlesztéséhez. Az elkövetkezendő időszakban jelentősége tovább növekszik a katasztrófa megelőzésben, a különféle tartamú előrejelzéseknél, különösen fontos szerepet tölt be a sérülékeny helyekre szolgáltatott riasztások terén. Kiemelten támogatottak a képesség fejlesztő tevékenységek a legkevésbé fejlett országok számára, illetőleg a WMO úrprogramjának megvalósítása. Szorgalmazzák a tagállamokban a GDPFS⁶ és az RSMCs⁷ használatát, valamint a pekingi és tokióihoz hasonló regionális klíma központok létrehozását.

A WWW/GOS⁸ feladata a Föld és a légkör állapotának monitorozása, a megfigyelési rendszerek koordinálása.

A METEOSAT 7 és 8 műholdak pályamódosítása kedvezően érint néhány tagállamot. A hajókon végzett önkéntes megfigyelések száma jelentősen csökkent, a területi adathiányok kompenzálására megcélzották a tengereken és a repülőgépeken végzett megfigyelések számának növelését. Kiemelten támogatottak a THORPEX és a sarkok vizsgálatával foglalkozó (IPY⁹) programok.

A WWW/GTS¹⁰ programja az adatközpontok közötti, a régiókon belüli valamint a tagállamok közti telekommunikációt biztosítja. Az

előző években lezajlott műholdas adatközvetítéssel kapcsolatos fejlesztések költségtakarékos és hatékony megoldásnak bizonyultak. A kongresszus kiemelte a program jelentőségét a szökőár riasztó rendszerek üzemeltetésében. A 14-dik kongresszuson kezdeményezett WIS a WMO és a nemzetközi szervezetek számára gyűjti és továbbítja a hidrometeorológiai információkat. A tervezett rendszer a Világszervezet időjárás-éghajlat-víz adat és produktum részét biztosítaná a GEOSS számára. A próba verziók sikeresek, a kongresszus részletesen elemezte a további tennivalókat. A WIS-en belül az új tábla vezérelt kód rendszer különösen fontos szerepet kap a szökőár-riasztásoknál és a repülésmeteorológiában.

A WWW/GDPFS és az ERA¹¹ fő feladata az előrejelzés (főként a rövid távú és nowcasting előrejelzések) valamint a riasztások. 2006-ban sikeres csapadék és szélriasztást végeztek az SWFDP¹² kísérleti projekt keretében Dél-Kelet Afrikában. A kongresszuson ismertették a „MeteoAlarm” rendszert is, melynek kifejlesztésében szolgálatunk munkatársai is részt vesznek. A hosszú távú prognózisok fejlesztésében szerepet szánunk a regionális klíma központoknak. A kongresszus javasolja a helyspecifikus EPS produktumok fejlesztését és a kidolgozott indexek alkalmazását. A regionális centrumok koordinálják a térségek szolgálatainak tevékenységét a környezeti károk megelőzésében, a terjedés vizsgálatokban, valamint a nukleáris baleset megelőzésben. Hangsúlyos szerepet kapnak a távoktatás és a különféle továbbképzések, melyekhez egyre több segédanyag válik hozzáférhetővé a WMO közvetítésével kiadványok illetőleg internetes oktató csomagok formájában.

A CIMO fő feladata a mérések egységesítése. A meteorológiai mű-

szerekről és mérésekről nemrég megjelent útmutatók elektronikus verziójának közzétételét indítványozta a program elnöke. Javasolják az SI mértékegységek következetes használatát, továbbá a rendszeres műszer kalibrációk érdekében a regionális szintű együttműködések. Ehhez a regionális műszer és sugárzási központok pénzügyi támogatását kezdeményezték. Kéri a nemzeti szolgálatokat, hogy legalább ötévente végezzék el a kalibrációt a regionális központokban, külön hangsúlyozták a rendszeres pyrhiométer összehasonlítás fontosságát. Felhívták a figyelmet az automata meteorológiai állomások elterjedése következtében felmerülő inhomogenitási problémákra.

Az Antarktisz kutatás a WMO kiemelt prioritású feladata. A szervezeten belül és egyéb nemzetközi programokkal együttműködésben nagy erőket összpontosítanak az automata műszerek adatain alapuló antarktisi synop és klíma adatabázisok megteremtése érdekében.

A WCP¹³ és a WCDMP¹⁴ az előző négy éves időszakban jelentős érdemeket könyvelhet el a klíma vizsgálatokhoz szükséges szabályozás (adatkezelés, -mentés, monitoring stb.) tekintetében. Az útmutató dokumentációk (WMO Guides) a WMO/CCI honlapról letölthetők. Az eredményes együttműködés példaként említették a CLIMAT és CLIMAT TEMP táviratok kódolására kifejlesztett CLIREP software-t. Az 1991–2000 adatok gyűjtése még folyamatban van. A CLIVAR¹⁵ program keretében jelentős erőfeszítéseket tesznek a klíma változás detektálása és a jeleket kimutató indexek kidolgozása érdekében. A WMO támogatja a témában megrendezésre kerülő tréningeket, különösen a fejlődő országok részvételét.

² CBS - Commission for Basic System

³ CIMO - Commission for Instruments and Methods of Observation

⁴ GEOSS - The Global Earth Observation System of Systems

⁵ WIS - WMO Information System

⁶ GDPFS - Global Data-processing and Forecasting Systems

⁷ RSMCs - Regional Specialized Meteorological Centre

⁸ GOS - Global Observing System

⁹ IPY - International Polar Year

¹⁰ GTS - Global Telecommunication System

¹¹ ERA - Emergency Response Activities

¹² SWFDP - Severe Weather Forecasting Demonstration Project

¹³ WCP - Word Climate Programme

¹⁴ WCDMP - World Climate Data and Monitoring Programme

¹⁵ CLIVAR - Climate Variability and Predictability Programme

A nemzeti szolgálatok figyelmébe ajánlanak számos klíma felhasználású szoftvert, melyek elérhetők egyebek közt a <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCD-MI/software.html> lapon. Sikeresnek bizonyult a Metoffice támogatásával készített CLICOM, melyet 74 országban installáltak, a cseh CLIMSOFT program, mely a <http://www.met-elearning.org> oldalról megismerhető, valamint a francia CLISYS és az orosz CLIMATEWARE. Felvetődött a klíma adatkezelő rendszerek standardizálása. Támogatott az elavult adathordozókról történő adatok mentése, digitalizálása (DARE-Data Rescue Project), a módszertanról segédlet jelent meg. A CLIPS¹⁶ legfontosabb feladata a klímával kapcsolatos kockázatbecslések a kulcsfontosságú szektorokban (egészség, turizmus, energetika, városok), a programhoz a tagállamoktól a nemzeti képviselők (Focal Point-ok) megújítását/kijelölését kérte a kongresszus.

Az AREP¹⁷ operatív programjai közül a GAW¹⁸ az összes levegőkémiai megfigyelés integrációját tűzte ki célul a 2008–2015-ös időszakra. Tevékenységüket kiterjesztik a por és homokvihar előrejelzésekre is. Ismét előtérbe került az időjárás módosítás témaköre, a tárgyban WMO állásfoglalás és segédlet készült, és konferenciát terveznek. A WWRP¹⁹ technikai stratégiai terve tartalmazza a tagállamok bekapcsolódását a THORPEX tevékenységébe.

Az AMEP²⁰ keretein belül prioritást élveznek a trópusi viharok riasztására alapított Trópusi Ciklonok Programja²¹ és a fejlődő országok sérülékenységevel kapcsolatos tan-

folymok, kiadványok, egyéb képesség fejlesztés.

A PWS²² programon belül a riasztások és a felhasználásuk elősegítése, oktatása kap prioritást. Hong Kong üzemelteti a Severe Weather Information Centre és WWIS²³ programokat, amelyek 115 tagállam riasztásait és figyelmeztető jelzéseit teszi elérhetővé 6 nyelven, az interneten.

Az AeMP²⁴ javasolja az illetékes Bizottság²⁵ és az ICAO²⁶ közötti szoros együttműködést, ennek keretében új szolgáltatások fejlesztését, továbbá regionális munkacsoportok létrehozását.

A hidrológiai program²⁷ keretében az árvíz előrejelzések fejlesztésére stratégiai és akció tervet hagyott jóvá a kongresszus. A WMO az UNESCO-val és több nemzetközi szervezettel együttműködik az árvízi károk megelőzése illetőleg csökkentése érdekében.

A WMO ETR²⁸ képzési programja a kevésbé fejlett országok szolgáltatásainak segítését, az internetes „e-learning” távoktatás bővítését, a tréning programokat, a meteorológia népszerűsítését, valamint a különböző szintű oktatásban a meteorológiai hidrológiai tananyag összeállítását támogatja.

A TCP²⁹ keretében regionális irodák jöttek és jönnek létre, az érintettek körében 2010-re terveznek konferenciát. A Regionális Programban a tagállamok közti hatékonyabb információ csere érdekében új stratégiát és jövőképet fogadtak el. A nemzeti szolgálatoknak javasolják a költséghatékony mérési megoldásokat. A régiók közötti légi

navigációhoz szükséges információ csere elősegítésére a kongresszus javasolja a RP és az AeMP szorosabb együttműködését.

A WMO legnagyobb prioritású, legátfogóbb programja az NDPM³⁰, amely a természeti katasztrófákhoz kapcsolódó megelőző tevékenységeket foglalja magába. A 2008–11 időszak stratégiai terve a nemzeti szolgálatok és a megfigyelési hálózatok modernizációjától, a riasztó rendszerek kiépítésén át a koordinált oktatásig tartalmazza a szükséges tennivalókat.

A WMO 2008–2011 időszakra szóló Stratégiai terve megfogalmazza a szervezet „küldetését”. A Világszervezet megújult alapokmánya értelmében fő feladata minden, az időjárással, a klímával, a vízzel és környezeti hatásaikkal összefüggő kérdés szakértői és koordináló tevékenysége, fejlesztése, s a nemzeti meteorológiai és hidrológiai szolgálatok ez irányú tevékenységeinek támogatása, összehangolása. A cél elérése érdekében a 200 oldalas dokumentum 11 pontba sűríti a célkitűzéseket és a várható eredményeket. Ezekre alapulnak a regionális és a WMO programok részletes cselekvési tervei.

Az RA VI régió stratégiája az európai térség specifikumait, prioritásait elemzi. Mintaként szolgálnak a többi régió számára a Regionális Meteorológiai Adat Kommunikációs Hálózat, ill. a Speciális Regionális Meteorológiai Központ. Napjaink prioritásai: a riasztások és az éghajlati sérülékenység becslése. A térségben növekszik az igény a klímaváltozással és a levegőtisztasággal összefüggő szolgáltatásokra, miközben általánosan jellemző, hogy a növekvő feladatok mellett csökkenek a nemzeti szolgálatok támogatási forrásai és kieleződik a verseny a magán szektorral szemben. Különösen a keleti tömbben szükségesek infrastrukturális fej-

¹⁶ CLIPS - Climate Information and Prediction Services Project

¹⁷ AREP - Atmospheric Research and Environment Programme

¹⁸ GAW - Global Atmosphere Watch

¹⁹ WWRP - World Weather Research Programme

²⁰ AMEP - Applications of Meteorology Programme

²¹ TCP - Tropical Cyclone Programme

²² PWS - Public Weather Services

²³ WMO WIS - World Weather Information Service

²⁴ AeMP - Aeronautical Meteorology Programme

²⁵ Caem - Commission for Aeronautical Meteorology

²⁶ ICAO - International Civil Aviation Organization

²⁷ HWR - Hydrology and Water Resources Programme

²⁸ ETR - Education and Training Programme

²⁹ TCP - Technical Cooperation Programme

³⁰ NDPM - Natural Disaster Prevention and Mitigation Programme

lesztések. Stratégiai alternatívaként a régió belüli együttműködések bővítése, a tagállamok közötti tapasztalatcsere fokozása, a nemzetközi tagságok (ECMWF, EUMETSAT, EUMETNET, ICH), a felhasználók oktatása, és új partnerkapcsolatok létesítését ajánlja a kb. 60 oldalas anyag. Legfontosabb stratégia prioritások:

- 1.) az időjárás, klímával és vízzel és az érintett környezeti elemekre vonatkozó pontos, naprakész előrejelzések és riasztások szolgáltatása,
- 2.) hozzáférhetőség a nagyközönség, a kormány és egyéb felhasználók számára,
- 3.) nemzetközi és sokoldalú együttműködésekkel összhangban lévő tudományos és technikai szakértői tevékenység a politikai és döntéshozói kör támogatására.

A Stratégia melléklete a jelenlegi állapot és régió belüli kapcsolatrendszer összefoglalását, továbbá a nemzeti szolgálatok tennivalóit tekintti át.

Az európai régió (RA VI) nemzeti szolgálatainak valamint a legjelentősebb szakmai szervezetek (ECMWF, EUMETSAT, EUMETNET, EUMETRep) nemzetközi kapcsolattartói az INTAD-6 nevű szervezet tagjai. Feladata a régió belüli információáramlás elősegítése és kapcsolattartás révén az egyes konkrét problémák megoldására gyors és hatékony segítségnyújtás. Ez utóbbi illusztrálására a május 18-án tartott megbeszélés során az elmúlt év tevékenységei közt megemlítsre került, hogy szolgálatunk az 2006. augusztus 20-ai zivatart követően a figyelmeztető rendszerekről kért és kapott a régióból információt. A vezetőség évenként kerül megválasztásra. Az új elnök a moldáv *Nathalia Berghi*, a titkár az olasz *Sergio Pasquini* lett. Az RA VI fent említett hosszú távú stratégiájáról október második felében szerveznek megbeszélést Genfben.

Május 16-án került sor a főtitkár újráválasztására, melyen *Michel Jarraud* egyhangúan, titkos szava-



A magyar fogadás résztvevői a Genfi Magyar Misszió székhelyén.

zás nélkül kapott megbízást a következő 4 évre. Hasonlóan, alternatív jelölt hiányában az elkövetkezendő négy évre jogosult betölteni az elnöki posztot *Alexander I. Bedritsky* (Oroszország), az első elnökhelyettesét *Ali Mohammad Noorian* (Irán) a második helyettesét *Tyrone W. Sutherland* (Brit Karibi Területek). A harmadik helyettesi posztért tanzániai és a brazil elnök indult, 10 szavazattal *Antonio Divino Moura* (Brazília) lett a 3. elnökhelyettes.

A WMO kongresszusok között az évente két alkalommal ülésező Végrehajtó Bizottság (EC - Executive Council) hozza meg a döntéseket. A 37 tagú testületet a Szervezet vezetősége (főtitkár, elnök és három helyettese), a hat régió vezetője, továbbá 27 választott igazgató alkotja. Ez utóbbi helyekre 35 regisztrált jelölt volt.

Az elektronikus szavazásra 18-án délelőtt került sor. Elsőként a programvezetők jelöltjei kerültek be a Tanácsba, második körben régióként elektronikusan szavaztunk, harmadik körben régiótól függetlenül kerülhettek be a jelöltek.

Az európai régióban a megválasztott képviselők:

1. Pierre-Etienne Bisch (Franciaország)
2. Francisco Cadarso Gonzalez (Spanyolország)
3. Brig. Gen. Massimo Capaldo (Olaszország)

4. Wolfgang Kusch (Németország)
5. Prof John Mitchell (Egyesült Királyság)
6. Prof Mieczyslaw Ostojcki (Lengyelország)
7. Pekka Plathan (Finnország)

A három hetes Kongresszus fontos járulékos részei a különböző társadalmi események. Az említett választások előtt szinte minden napra esett egy vagy két fogadás, melyek egyben kortes események is, ahol a meghívó ország küldöttjére „kérték” a résztvevők támogatását.

Az OMSZ meghívására május 21-én a Genfi Magyar Misszió épületében került sor 20 fős állófogadásra. A jó hangulatú találkozón részvételükkel megtisztelték bennünket a WMO képviselőiben *Michel Jarraud* főtitkár és *Daniel K. Keuerleber-Burk* svájci igazgató, az RA VI régió elnöke is. Anyagi lehetőségeink a velünk szorosabb kapcsolatban lévő Közép-európai országok, valamint az olasz és a német szolgálat intézetvezetői és nemzetközi kapcsolattartói meghívásattal tették lehetővé.

Az utolsó héten a plenáris ülésen az összes dokumentum egyenkénti jóváhagyására került sor, továbbá három szakmai előadás zajlott. A kongresszus által elfogadott dokumentumok elérhetők a WMO honlapon <http://www.wmo.int>.

Dunkel Zoltán és Dobi Ildikó

MILYEN MÉRTÉKŰ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS VÁRHATÓ A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN?

Az európai éghajlatváltozást vizsgáló PRUDENCE projekt 50 km-es felbontású modellszimulációi alapján készítettünk becsléseket a Kárpát-medence térségére a 2071–2100 időszakra. E cikkünkben a várható hőmérséklet- és csapadékváltozás mértékét elemezzük az A2 és a B2 globális IPCC scenáriók esetére.

Regionális éghajlati modellezés a PRUDENCE projekt keretében

Az 1990-es évek elejére egyértelművé vált, hogy a globális éghajlati modellekkel készített klímabecslések pontossága regionális térszkálán nem megfelelő, s keresni kellett valamilyen módszert, mellyel a globális skálájú modellek eredményeiből kiindulva a regionális leskalázás végrehajtható. Elsőként Giorgi és munkatársai (Giorgi, 1990) fejlesztették ki az ún. beágyazott modellel való szimulációt, amikor a globális modellek eredményeit bemenő paraméterként felhasználva korlátos tartományú beágyazott modellek írják le a finomabb skálájú légköri folyamatokat. A ma használatos regionális modellek felbontása akár már 10–20 km is lehet. A regionális klímamodellezés témakörében a XXI. század elején az V. és VI. EU-keretprogramban számos, az egész kontinenst átfogó program indult (PRUDENCE, STARDEX, ENSEMBLES, CECILIA, CLAVIER). E projektek sorában a legelső a PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk>) volt, mely további kutatásokhoz már 2005-től rendelkezésre bocsátotta a regionális éghajlati szimulációk eredményeit.

A PRUDENCE projektben kilenc Európai Unió országából összesen 21 egyetem, nemzeti meteorológiai szolgálat és kutatóintézet vett részt, a projekt vezetője a Dán Meteorológiai Intézet volt, a résztvevők között többek között megtalálhatjuk a brit Hadley Központot, a hamburgi Max Planck Intézetet, valamint a trieszti Nemzetközi Elméleti Fizikai Központot (Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, ICTP). A regionális modellszimulációk kiindulási- és peremfeltételeihez három globális éghajlati modell (a brit HadAM3, a hamburgi ECHAM5, s a francia ARPEGE) outputjait használták fel. A szimulációk során mindösszesen 10 regionális éghajlati modell került alkalmazásra (Christensen, 2005). A futtatásokban a teljes európai térségre egységesen 50 km-es horizontális felbontást alkalmaztak. Minden esetben az éghajlati szimulációk referencia időszaka 1961–1990 volt, az éghajlati projekciók célidőszaka pedig 2071–2100. A regionális modellek mindegyikét az IPCC-jelentésekben szereplő A2 scenárióra futtatták, s ahol csak lehetőség volt rá, a B2 scenárióra is.

Az A2 scenárió a világ sokféleségének megmaradásával, valamint az emberiség lélekszámának állandó, de lassú növekedésével számol. A gazdasági és technikai fejlődés várhatóan minden földrajzi régióban érvényesül, de az

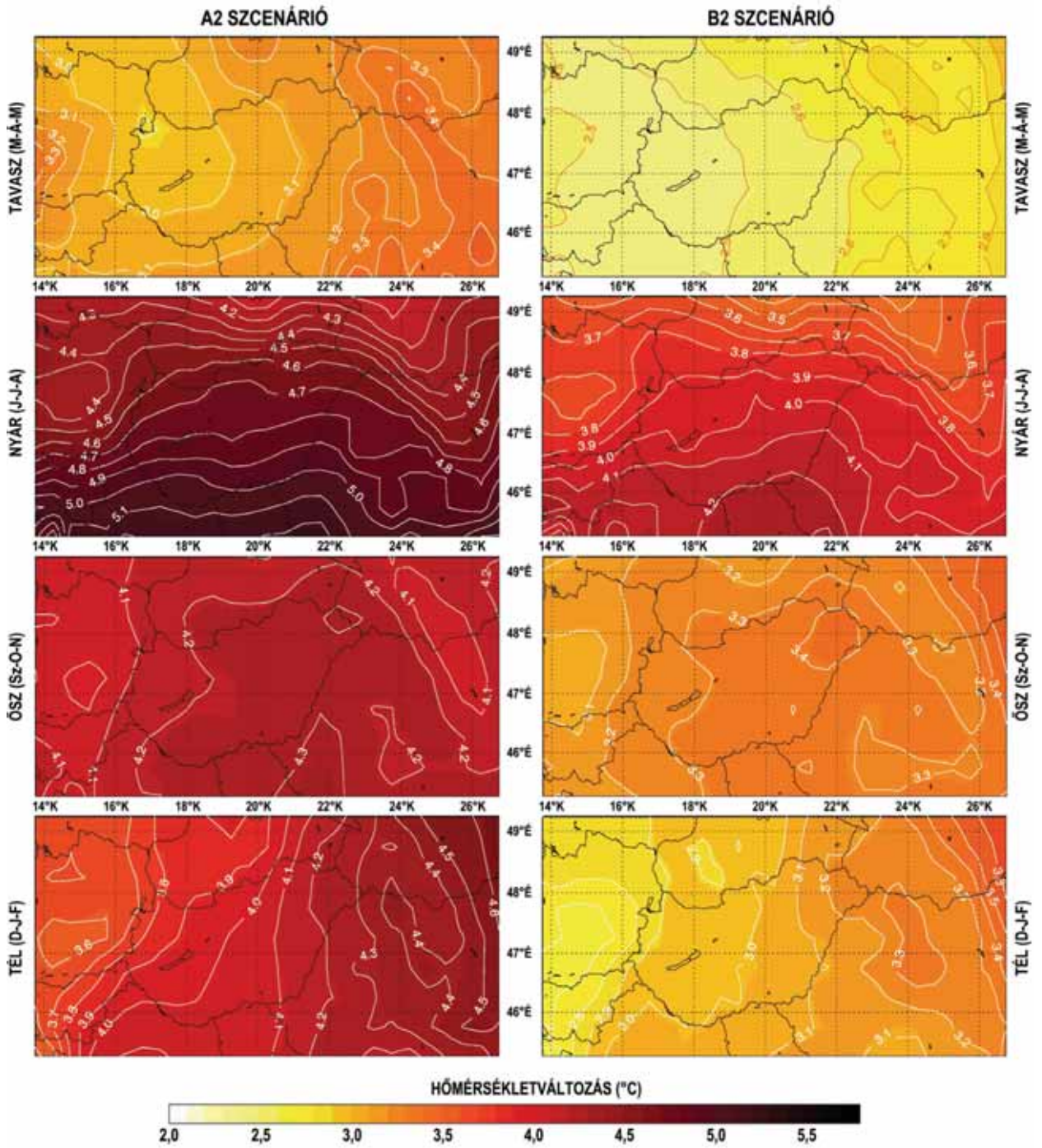
összes forgatókönyv közül ez esetben a leglassabban (IPCC, 2007). Ezt tartják az IPCC-scenáriók közül a legpesszimistábbnak, mivel 2100-ra a globális szén-dioxid szint 850 ppm-re történő növekedését feltételezi, s ez az ipari forradalom előtti légköri mennyiség közel háromszorosa. A B2 scenárió a felmerülő környezeti és társadalmi problémák regionális szintű megoldását helyezi előtérbe. A földi népességszám várhatóan növekszik, de az A2 feltételezésénél lassabban. A gazdasági növekedés közepes ütemű, a technológiai változások visszafogottabbak, ugyanakkor szerteágzóbbak, mint a másik három alapszenárió esetén (IPCC, 2007). Még ez az optimistának tekinthető B2 scenárió is a szén-dioxid globális koncentrációjának 600 ppm-re, vagyis az ipari forradalom előtti szint több mint kétszeresére történő növekedéssel számol a XXI. század végére.

Ebben a cikkben összegezzük a Kárpát-medence térségére a XXI. század végére várható regionális éghajlatváltozási scenáriókat a PRUDENCE modellszimulációk felhasználásával. Az évszakos hőmérsékleti paraméterek várható alakulását elemezzük, majd az évszakos csapadék valószínűsíthető változását mutatjuk be.

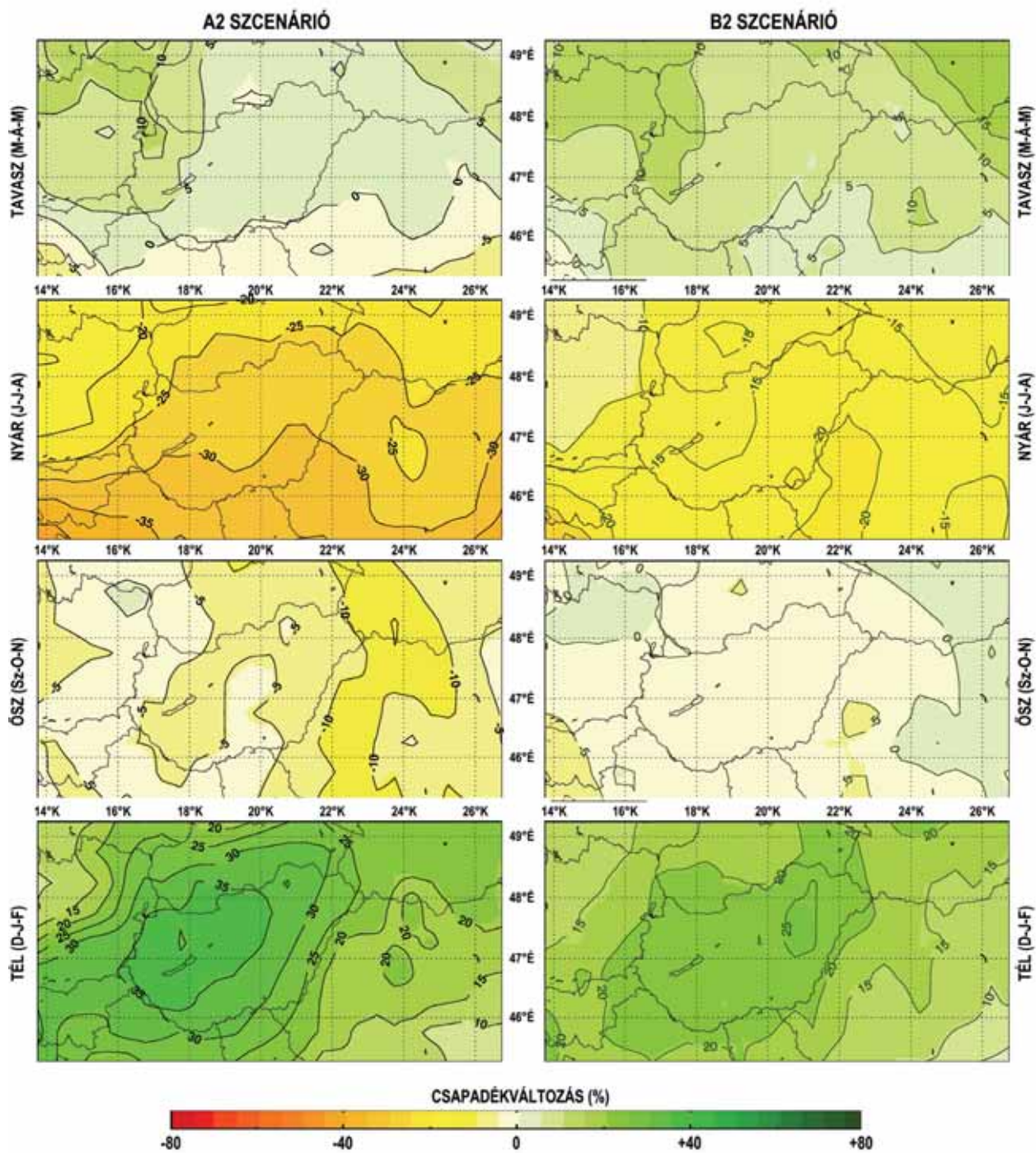
A Kárpát-medencében várható hőmérsékletváltozás mértéke

Jelen vizsgálatainkban a Kárpát-medencét reprezentáló területnek a 45,25°–49,25°É és 13,75°–26,50°K által kijelölt térséget választottuk. Elsőként az 1961–1990 közötti referencia időszakra kapott szimulációs eredményeket elemeztük, mely a klímamodellek validálásának hagyományos módja. A PRUDENCE szimulációk értékelésére az ún. CRU adatbázist (New et al., 1999) használtuk fel, melyet a Kelet-Angliai Egyetem Éghajlatkutató Osztálya (University of East Anglia Climatic Research Unit) állított össze földfelszíni meteorológiai mérések alapján. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a szimulációk valamelyest felülbecslik a hőmérsékletet a Kárpát-medence térségében, csak a vizsgált terület nyugati és az északkeleti határain figyelhetünk meg csekély mértékű alulbecslést. A legnagyobb felülbecslés az ország déli részén figyelhető meg, de ennek mértéke sem haladja meg a 1,5 °C-ot.

A validálást követően az évszakos átlaghőmérséklet várható alakulását vizsgáltuk a 2071–2100 időszakra. Az 1. ábra kompozitképein (melyeket a rendelkezésre álló különböző modellfuttatásokból kapott várható évszakos változások átlagaként állítottunk elő) mutatjuk be a várható évszakos hőmérséklet-növekedést az A2 (balra), illetve a B2 (jobbra) scenárió esetén (melyhez 16, illetve 8 modellfuttatást használtunk fel). Hasonlóan a globális és európai eredményekhez, a Kárpát-medencére is az A2 scenárió esetén nagyobb melegedés várható, mint a B2 esetén.



1. ábra: A várható évszakos hőmérsékletváltozás mértéke (°C) a Kárpát-medence térségére 16, illetve 8 európai regionális éghajlati modellszimuláció eredményei alapján a 2071–2100 időszakra, A2 (bal oldalon) illetve B2 (jobb oldalon) szcenárió esetére. Referencia időszak: 1961–1990.



3. ábra: A várható évszakos csapadékváltozás mértéke (%) a Kárpát-medence térségében 16, illetve 8 európai regionális éghajlati modell-szimuláció eredményei alapján a 2071–2100 időszakra, A2 (bal oldalon) illetve B2 (jobb oldalon) szenarió esetére. Referencia időszak: 1961–1990.

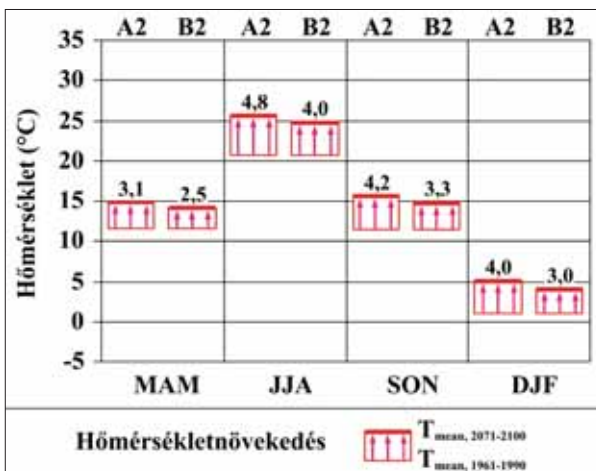
Az 1. táblázatban a Magyarország területére várható melegedés mértékét összegezzük. A melegedés mindkét scenárió esetén nyáron a legnagyobb (4,5–5,1 °C, illetve 3,7–4,2 °C), s tavasszal a legkisebb (2,9–3,2 °C, illetve 2,4–2,7 °C). A hőmérséklet emelkedés mértéke nyáron északról dél felé, míg télen és tavasszal nyugatról kelet felé haladva növekszik. A modellek eredményeiből adódó bizonytalanságot az előrejelzett hőmérsékletváltozás szórásértékeivel jellemezve a legnagyobb szórás nyáron (0,9–1,1 °C) jelentkezik mindkét scenárió esetén (Bartholy et al., 2007).

1. táblázat

Szenárió	Tavasz (MÁM)	Nyár (JJA)	Ősz (SzON)	Tél (DJF)
A2	2,9–3,2 °C	4,5–5,1 °C	4,1–4,3 °C	3,7–4,3 °C
B2	2,4–2,7 °C	3,7–4,2 °C	3,2–3,4 °C	2,9–3,2 °C

A 2071–2100 időszakra Magyarországra várható átlaghőmérsékletváltozás értékei (az A2 scenárió esetén 16 modellszimuláció eredményeit vettük figyelembe, míg a B2 scenárió esetén 8 modellszimuláció eredményei álltak rendelkezésre)

A 2. ábra összegezi az A2 és B2 scenáriók esetén Magyarországra várható évszakos hőmérsékletváltozásokat. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a 2071–2100 időszakra a melegedés mértéke mindkét scenárióra és minden évszakra meghaladja a 2,5 °C-ot, de kisebb mint 4,8 °C. A legkisebb eltérés az A2 és B2 scenárió között tavasszal várható (0,6 °C), míg legnagyobb télen (1,0 °C). A melegedés a legnagyobb mértékű várhatóan nyáron lesz, 4,8 °C az A2 scenárió esetén, és 4,0 °C a B2 scenárióra. A legkisebb hőmérséklet-növekedés tavasszal várható: 3,1 °C (A2), illetve 2,5 °C (B2).



2. ábra: A XXI. század végére Magyarországra várható átlaghőmérséklet-változás évszakos értékei (az 1961–1990 közötti referenciaidőszak hőmérsékletei a Budapesten mért értékeket jelzik).

A Kárpát-medencében várható csapadékváltozás mértéke

A hőmérsékletre hasonlóan, a csapadéokra is végeztünk hibaanalízist az 1961–1990 időszakra a CRU adatbázis (New et al., 1999) felhasználásával. A csapadék esetén a modellek inkább felülbecslik a jelen éghajlati viszonyokat,

s csupán a vizsgált terület délnyugati régiójában találunk alulbecslést. Szigorúan hazánk területét vizsgálva a szimulált és mért csapadékváltozások közötti eltérések a -10% és +20% közötti intervallumba esnek.

Mind az A2, mind a B2 scenárió esetén az éves csapadékösszegben nem várható jelentős mértékű változás (Bartholy et al., 2003), de ezt nem mondhatjuk el az évszakos csapadékösszegekről. A regionális klímamodellek által a Kárpát-medence térségére 2071–2100-ra becsült várható csapadékváltozások évszakos kompozitértékeit a 3. ábrán mutatjuk be, balra az A2, jobbra a B2 scenáriót figyelembe véve. Amint jól látható, a csapadékösszegek változásának várható tendenciája nem minden évszakban azonos előjelű. Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) a teljes vizsgált térségben a csapadék csökkenésére, míg télen (és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedésére számíthatunk.

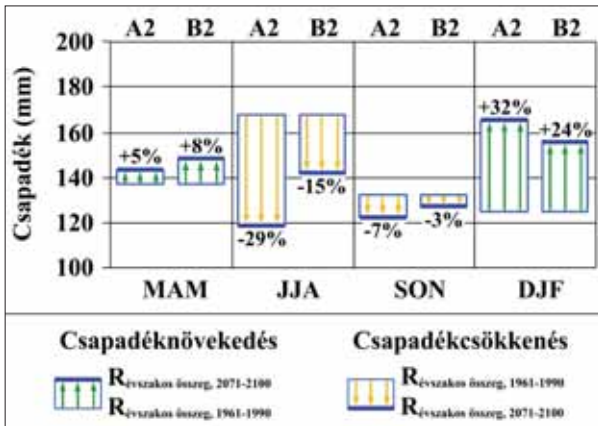
A 2. táblázatban foglaljuk össze az évszakos csapadékváltozások Magyarországra várható értékeit a két vizsgált scenárióra. A hőmérsékletre hasonlóan az A2 scenárió esetén nagyobb mértékű csapadékváltozások valószínűsíthetők, mint a B2 scenárióra. Az előrejelzett csapadékcsökkenés mértéke nyáron 24–33% (A2 scenárió), illetve 10–20% (B2 scenárió), míg a téli csapadéknövekedés mértéke 23–37% (A2 scenárió), illetve 20–27% (B2 scenárió). A modelleredményekből adódó bizonytalanságot reprezentáló évszakos szórásértékek (Bartholy et al., 2007) alapján a modellek előrejelzésében a legnagyobb eltérések az A2 scenárió esetén nyáron mutatkoznak (amikor a szórásértékek akár a 20%-ot is elérhetik), míg a B2 scenárió esetén tavasszal (amikor a szórásértékek elérik a 16%-ot). A többi évszakban relatíve jó egyezés mutatkozik a modelleredmények között (Bartholy et al., 2007). Természetesen a hőmérsékletben mutatkozó szórásokhoz viszonyítva a várható évszakos csapadékösszegekben nagyobb bizonytalanságot mutatnak a modelleredmények.

2. táblázat

Szenárió	Tavasz (MÁM)	Nyár (JJA)	Ősz (SzON)	Tél (DJF)
A2	0 - (+10) %	(-24) - (-33) %	(-3) - (-10) %	(+23) - (+37) %
B2	(+3) - (+12) %	(-10) - (-20) %	(-5) - 0 %	(+20) - (+27) %

A 2071–2100-ra várható évszakos csapadékváltozás értékei Magyarországra (az A2 scenárió esetén 16 modellszimuláció eredményeit vettük figyelembe, míg a B2 scenárió esetén 8 modellszimuláció eredményei álltak rendelkezésre).

A 4. ábrán illusztráljuk a magyarországi csapadék éves eloszlásában várható változást az A2 és a B2 scenárió esetén. Az évszakos csapadékcsökkenést sárga, míg a csapadéknövekedést zöld nyilak jelölik. Az 1961–1990 közötti referencia időszakban az átlagosan lehullott csapadékmennyiség alapján az évszakok csökkenő sorrendje: nyár, tavasz, ősz, tél (a referencia-időszak értékeit a Budapesten mért csapadékösszegek alapján tekintettük, ami a sokéves átlagokat nézve nagyjából az országos sorrendnek is megfelel). A modelleredmények valószínűsítik e sorrend teljes átrendeződését a XXI. század végére. A modellek azt



4. ábra: A XXI. század végére Magyarországra várható csapadékváltozás évszakos értékei (az 1961–1990 közötti referenciaidőszak értékei a Budapesten mért csapadékösszegeket jelzik).

jelzik, hogy mindkét scenárió esetén a legcsapadékosabb két évszak a tél és a tavasz lesz (ebben a sorrendben). A legszárazabb évszak az A2 scenárió figyelembe véve várhatóan a nyár, míg a B2 scenárió esetén az ősz lesz. A klímaprojekciók alapján a B2 scenárió esetén az évszakos csapadékmennyiségek közötti különbségek szignifikáns csökkenése várható (felére csökken), mely azt eredményezi, hogy az éves csapadékeloszlás kiegyenlítettebbé válik a XXI. század végére. Nem mondható el ugyanez az A2 scenárió esetére, ahol várhatóan továbbra is jelentős mértékben eltér egymástól a téli és a nyári csapadék-összeg, csak a legszárazabb és a legcsapadékosabb évszak felcserélődik.

A Kárpát-medencében várható hőmérséklet- és csapadékváltozás elemzésekor a fentiekben nem vettük figyelembe azt, hogy a múltra vonatkozóan az egyes klímamodellek milyen hibákkal szimulálták az éghajlatot, és persze azt sem, hogy milyen hibák lesznek a jövőre nézve. Ily módon a levont következtetések nem tekinthetők teljesen pontosnak, sokkal inkább kvalitatív becslésként értelmezhetőek, melyek a jellemző várható tendenciákat jelölik ki.

Az 1 °C-os globális melegedés esetén várható éghajlatváltozás Magyarországon

A PRUDENCE projekt keretében végzett modellfuttatások célidőszaka a XXI. század vége (2071–2100), így a Kárpát-medencére vonatkozó elemzéseinkben mi is ezt az időszakot vizsgáltuk. A klímaváltozások hatásvizsgálatához a közelebbi jövőre vonatkozó előrejelzésekre lenne szükség, melyek egyelőre még nem állnak rendelkezésre. A század-végére (2071–2100) vonatkozó modellbecslések alapján Christensen (2005) meghatározta az 1°C-os globális

melegedéshez tartozó regionális hőmérséklet- és csapadék-változásokat az európai országokra (az A2, illetve a B2 scenáriók esetén adódó globális melegedés mértékét 1°C-hoz arányosítva). Ehhez az elemzéshez 50 km × 50 km-es ráccsal fedték le egész Európát, és az adott országok területére eső rácsponti értékeket átlagolták. Majd az összes modellfuttatás (25) hőmérsékletre és csapadékra vonatkozó becsléseit összegezték. Ezután az éves és évszakos átlag- illetve szórásértékek alapján egy normál eloszlású valószínűségi függvényt illesztettek, és ez alapján számították a 95., 50. és 5. percentiliseket, melyek mindegyikéhez megadták a 95%-os konfidencia-intervallumot is. Ezeket az eredményeket foglaljuk össze Magyarországra a 3. táblázatban a hőmérsékletre, illetve a csapadékra vonatkozóan, melyek közel harminc rácspont becsléseit veszik alapul. A számszerűsített eredmények összhangban vannak az előző két fejezetben bemutatott térképeken látható becslésekkel.

3. táblázat

	Éves	Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
Hőmérséklet (°C)					
Átlag	1,4	1,1	1,7	1,5	1,3
Szórás	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
95. percentilis	1,9 [1,8-2,1]	1,6 [1,5-1,8]	2,4 [2,2-2,6]	2,0 [1,8-2,1]	1,9 [1,7-2,1]
5. percentilis	0,9 [0,7-1,0]	0,6 [0,5-0,8]	1,0 [0,8-1,2]	1,0 [0,8-1,1]	0,8 [0,6-0,9]
Csapadék (%)					
Átlag	-0,3	0,9	-8,2	-1,9	9,0
Szórás	2,2	3,7	5,3	2,1	3,7
95. percentilis	3,4	7,0	0,5	1,5	15,0
	[2,2-4,6]	[5,0-9,0]	[(-2,3)-(3,2)]	[0,4-2,7]	[13,0-16,9]
5. percentilis	-3,9	-5,2	-16,9	-5,3	3,0
	[(-5,1)-(-2,8)]	[(-7,2)-(-3,3)]	[(-19,5)-(-14,1)]	[(-6,4)-(-4,2)]	[1,0-5,0]

Az 1 °C-os globális hőmérsékletnövekedés esetén Magyarországra vonatkozó várható hőmérséklet- és csapadékváltozások 2071–2100 időszakra 25 modellszimuláció eredményei alapján (Christensen, 2005). A percentilisek esetén a zárójelben található értékek a 95%-os konfidencia-intervallumot jelölik.

A hőmérsékletre vonatkozóan egyértelmű melegedő tendencia jelentkezik, mely erősebb az 1 °C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedésnél. Az éves 1,4 °C-os hőmérséklet-emelkedésnél nagyobb mértékű változásra számíthatunk nyáron és ősszel (1,7 °C, illetve 1,5 °C), míg télen és tavasszal valamivel kisebb mértékűre (1,3 °C, illetve 1,1 °C).

Az 1 °C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedés esetén várható éves csapadékváltozást csekély mértékű negatív tendencia jellemzi. Az évszakos csapadékösszegekben hazánkban jelentős (abszolút értékben átlagosan közel 10%-os) változás a téli és nyári évszakban valószínűsíthető, előbbi esetén növekedésre, utóbbinál csökkenésre számíthatunk. Az átmeneti évszakokban a különböző modellek által adott becslések nem ennyire egyértelműek – némelyeknél csökkenést, másoknál növekedést kapunk Magyarország térségére.

Következtetések

Az Európai Unió V. keretprogramon belül a PRUDENCE projekt az A2 és B2 scenárióra Európára ad becsléseket a XXI. század utolsó három évtizedére, 50 km-es rácsfelbontással. Ennek eredményei alapján levonható az az általános

következtetés, hogy hasonlóan a globális és európai trendekhez, a Kárpát-medencére is az A2 scenárió esetén nagyobb melegedés várható, mint a B2 esetén. A 2071–2100-ra várható melegedés mindkét scenárió esetén nyáron a legnagyobb (4,8 °C, illetve 4,0 °C), s tavasszal a legkisebb (3,1 °C, illetve 2,5 °C). Nyáron zonális struktúra figyelhető meg, azaz a várható melegedés mértéke északról dél felé növekszik. Télen általában meridionális struktúra várható, azaz nyugatról keletre haladva nő a várható melegedés. A 2071–2100-ra várható éves csapadékváltozást csekély mértékű negatív tendencia jellemzi, mely az egymással ellentétes jelentős mértékű évszakos változásokból adódik: télen növekedő, nyáron viszont csökkenő évszakos csapadékösszeg valószínűsíthető. Az előrejelzett csapadékcsökkenés mértéke nyáron 24–33% (A2 scenárió), illetve 10–20% (B2 scenárió), míg a téli csapadéknövekedés mértéke 23–37% (A2 scenárió), illetve 20–27% (B2 scenárió). Az 1961–1990 közötti referencia időszakban a legcsapadékosabb évszakunk a nyár volt, míg a legszárazabb a tél. A modelledmények valószínűsítik az éven belüli csapadékeloszlás átrendeződését a XXI. század végére. A modellek azt jelzik, hogy mindkét scenárió esetén a legcsapadékosabb évszak a tél lesz, míg a legszárazabb várhatóan a nyár (A2 scenárió), illetve az ősz (B2 scenárió).

Hangsúlyozzuk, hogy ezen becslések nem pótolják a PRUDENCE keretében alkalmazott dinamikus modellekhez hasonló, ám a XXI. század egészére kiterjedő finom felbontású (akár 10 km-es) regionális klímaváltozási elemzést, mely több globális éghajlati scenáriót vesz figyelembe és számos meteorológiai paramétert tartalmaz. Regionális éghajlati modellek adaptálása Magyarországon jelenleg mind az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén (Bartholy et al., 2006), mind az Országos Meteorológiai Szolgálatnál (Horányi, 2006) folyamatban van. Amíg ezekből a részletes elemzések elkészülnek, addig az itt bemutatott eredmények tendencia jellegű információkat nyújthatnak minden érdeklődőnek, a klímapolitikusoknak, illetve a nemzetgazdaság többi érintett szektorának. A felhasználhatóságot jelzi az a tény is, hogy a cikkünkben szereplő eredmények a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia meteorológiai részét szolgáltatták.

Köszönetnyilvánítás. Kutatásainkat támogatta a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, az MTA TKI Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz című, 2006/TKI/246 számú programja, az OTKA T-049824, K-67626, K-69164 számú pályázata, az NKFP-3A/0082/2004 és az NKFP-6/079/2005 pályázat. További segítséget nyújtott az EU VI. keretprogram CECILIA projektje (GOCE-037005). Az éghajlatváltozási modellszimulációk adatbázisát az EU EVK2-CT2001-00132 számú szerződésében támogatott PRUDENCE projekt keretében állították elő.

Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Gelybó Györgyi
ELTE Meteorológiai Tanszék

Irodalom

- Bartholy, J., Pongrácz, R., Matyasovszky, I., Schlanger, V. (2003): Expected regional variations and changes of mean and extreme climatology of Eastern/Central Europe. – In: Combined Preprints CD-ROM of the 83rd AMS Annual Meeting. Paper 4.7, American Meteorological Society. 10p.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Torma, Cs., Hunyady, A. (2006): A PRECIS regionális klímamodell és adaptálása az ELTE Meteorológiai Tanszékén. In: 31. Meteorológiai Tudományos Napok - Az éghajlat regionális módosulásának objektív becslését megalapozó klímadinamikai kutatások (szerk: Weidinger T.) Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 99-114.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó Gy. (2007): A 21. század végén várható éghajlatváltozás Magyarországon. - Földrajzi Értesítő 51: 147-168.
- Christensen, J.H. (2005): Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects - Final Report. - DMI, Copenhagen.
- Giorgi, F. (1990): Simulation of regional climate using a limited area model nested in a general circulation model. - Journal of Climate 3: 941-963.
- Horányi, A. (2006): Regionális klímadinamikai kutatások: nemzetközi és hazai áttekintés. In: 31. Meteorológiai Tudományos Napok - Az éghajlat regionális módosulásának objektív becslését megalapozó klímadinamikai kutatások (szerk: Weidinger T.) Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 62-70.
- IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. - Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York.
- New, M., Hulme, M., Jones P. (1999): Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: Development of a 1961-90 mean monthly terrestrial climatology. - Journal of Climate 12: 829-856.

ÚJ KÖNYV

Az MTA Történettudományi Intézete új könyvsorozat szerkesztésébe kezdett "Természet-történelem" címmel. A sorozat második kötetének írója Mészáros Ernő,
címe

A levegő megismerésének története

A közel 200 oldalas mű első fele időrendben foglalkozik az emberré válástól a 20. századig mindazzal, amit a levegővel kapcsolatban elképzelttek, mértek, bizonyítottak. A második száz oldal a korszerű meteorológia kialakulását tárja az olvasó elé, majd rövid kitekintésben a jövőben megoldandó feladatokat vázolja.

Az Atlanti-óceán felszíni vízhőmérsékletének több évtizedes oszcillációja és hatásai az atlanti-európai térségre az elmúlt 60 évben

Bevezetés és irodalmi áttekintés

„Nincs kétség, hogy valami történik az észak-atlanti térségben” – mondta Christopher Folland, a Hadley Centre klimatológusa (Kerr, 2000) utalva arra, hogy főleg az atlanti térségben az elmúlt 150 év műszeres méréseiből származó hőmérsékleti idősorokban az általános melegedés mellett egy oszcilláció is megfigyelhető. Schlesinger és Ramankutty 1994-ben megjelent cikkükben bemutatták, hogy vizsgálataik szerint van egy 65–70 éves periódusú oszcilláció a 1850-es évektől kezdődő globális, az észak-atlanti térségre vonatkozó felszíni hőmérsékleti mérési adatokban. „Valószínű, hogy a jelenlegi melegedő tendencia az észak-atlanti térségben a természetes és az antropogén folyamatok szuperponálódása” – fogalmazott Michael Mann klimatológus a Virginiai Egyetemen (Kerr, 2000). A jelenséget a külföldi szakirodalom Több Évtizedes Atlanti Oszcillációnak nevezi (Atlantic Multidecadal Oscillation - AMO; Kerr, 2000). A jelenség, amely a több évtizedes léghőmérsékleti oszcillációt is eredményezi, nem más, mint az észak-atlanti vízhőmérséklet több évtizedes oszcillációja.

Az AMO vezető szerepet játszik a Száhel-övezet nyári szárazságainak megjelenésében, az atlanti hurrikánaktivitás több évtizedes változékonyságában (Goldenberg et al., 2001; Zhang és Delworth, 2006), illetve hatással van az indiai nyári monszun csapadékmennyiség változására (Goswami et al., 2006) is, mely kimutatható az elmúlt kétezer évre (Feng és Hu, 2008). Az AMO kapcsolatban áll az Egyesült Államok hidrológiai, hidrometeorológiai folyamataival (lefolyás, csapadék, stb.), valamint a több évtizedes időskálán visszatérő óriási aszályokkal Észak- és Közép-Amerikában (Enfield et al., 2001; Schubert et al., 2004; Benson et al., 2007; Mendoza et al., 2007; Curtis, 2008). Sutton és Hodson (2005) rámutatott arra, hogy az AMO fontos szerepet játszik Észak-Amerika és Európa nyári éghajlatának több évtizedes változásának alakításában. Vizsgálataikkal érthetőbbé válik a múlt néhány éghajlatváltozása is. Ugyanakkor Li és Bates (2007) azt is igazolták, hogy az AMO Kína keleti részének téli középhőmérsékletére és csapadékviszonyaira is hat több évtizedes időskálát tekintve. Mindezek mellett Minobe (1997) kapcsolatot fedezett fel az aleuti alacsony nyomás néhány évtizedes ingadozása és az AMO között. A jelek szerint a Grönlandi-tenger jégborítottságának és a magasabb, északi szélességek légnyomás ingadozásának több évtizedes oszcillációja is szinkronban áll az AMO-val (Venegas és Mysak, 2000). Az elmúlt ezer évet vizsgálta Fischer és Mieding (2005), akik grönlandi jégmintákat fel-

használva arra az eredményre jutottak, hogy egy 62 éves oszcilláció figyelhető meg az észak atlanti régióban. Az oszcilláció főleg 1700-tól vált aktívvá, kapcsolatba hozhatóan az észak-atlanti tengervíz hőmérsékletének ingadozásával. Delworth és munkatársai (1997) kapcsolt óceán-légkör modellel végzett kísérletükben úgy találták, hogy a Grönland-tenger felszíni és felszín alatti rétegeiben 40–80 éves időskálájú oszcilláció figyelhető meg. Ez a kelet-grönlandi tengeráramlat fluktuációjához kapcsolódik és kihat a Labrador-tengerre, továbbá ez az oszcilláció kapcsolatban van az Atlanti-óceán több évtizedes termohalin áramlás oszcillációjával is. Gray és munkatársai (2004) fák évgyűrűinek segítségével rekonstruálták az AMO indexet egészen 1567-ig visszamenőleg. A vizsgálatok szerint az AMO a műszeres mérések előtti időszakban is jelen volt 60–100 éves kvázi-periódusidejű oszcillációval. Hasonló eredményre jutottak más kutatók is modellekkel elvégzett szimulációk alapján (pl.: Delworth és Mann, 2000; Knight et al., 2005; Grosfeld et al., 2007). Andronova és Schlesinger (2000) hat globális éghajlati modellel végzett kísérlet alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a hőmérsékleti adatokban jelentkező 65–70 éves ciklusok a légkör és az óceán kölcsönhatásának eredményei, és azok külső kényszerek hatásai nélkül jönnek létre. Ezt későbbiekben, más éghajlati modellekkel végzett vizsgálatok is megerősítették (Delworth és Mann, 2000; Knight et al., 2005). Egy-egy modell-szimuláció elemzése alapján feltételezhető, hogy az AMO-t az atlanti termohalin cirkuláció* váltakozása és a hozzá kapcsolódó óceáni hőtranszport fluktuációja eredményezi (Delworth és Mann, 2000; Knight et al., 2005; Zang et al., 2006). Sutton és Hodson (2005) cikkükben ugyanakkor utalást is tesznek arra, hogy a folyamat pontosabb megismerése lehetőséget ad akár arra is, hogy megtudjuk mi vár ránk a következő évtizedekben. Emellett azt is leírták, hogy az éghajlati modellek alapján az AMO ismét negatív fázisba (lásd a későbbiekben definiált AMO-indexnél) válthat. Hasonló jövőképet feltételeztek Knight és munkatársai (2005) 1400 éves éghajlati modell-szimuláció alapján. Feltételezésük szerint az Atlanti-térség termohalin cirkulációja a következő évtizedben lassulhat, ugyanakkor arra is felhívja Knight a figyelmet, hogy nem egy pontos óraműként viselkedik a rendszer, hanem kvázi-periodikusan (Kerr, 2005).

A kutatások alapján az AMO mechanizmusát a következőképp lehet röviden összefoglalni (Dima és Lohmann, 2007). A termohalin cirkuláció hatással van az észak-atlanti vizek hőmérsékleti anomáliájára. A tengervíz hőmérsékleti anomáliája hat a tengerszinti légnyomási

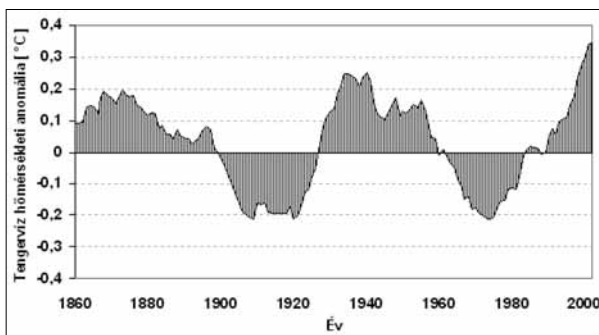
mezőkre, módosítja azt. Ez a módosulás azonban megváltoztatja a légáramlási viszonyokat, amelyek kihatnak a tengeri jég mozgására és a sókoncentráció viszonyokra a Grönlandi-tenger térségben. Ezek pedig visszahatnak az Atlanti-óceán termohalin cirkulációjára.

Cikkünk célja az volt, hogy bemutassuk az egyik használatos AMO-indexet, illetve megvizsgáljuk, hogy az elmúlt évtizedekben kimutatható-e valamilyen kapcsolat az atlanti-európai térség nyári éghajlata és az Atlanti-óceán víz hőmérsékletének több évtizedes oszcillációjára, az AMO között.

Az AMO-index meghatározása

Az AMO jelenség leírására szolgáló AMO-index definíció szerint az Atlanti-óceán Egyenlítőtől északra eső részének víz hőmérsékletéből számított területi átlag trendnélküli időszora. Mivel elsősorban évtizedes időskálán vizsgálják a folyamatot, ezért simítják az így kapott adatsort. A simítás típusa szakirodalomtól függően változó: például lehet Chebyshev-szűrő (Knight et al., 2005), 37 pontos Henderson-szűrő (Sutton és Hodson, 2005), 10 éves (Enfield et al., 2001) vagy éppen 25 éves mozgó átlagolás (Dima és Lohmann, 2007).

Az AMO-index meghatározásához az $5^\circ \times 5^\circ$ -os horizontális rácsfelbontású Kaplan-féle (Kaplan et al., 1998) tengervíz hőmérsékleti reanalízist (Kaplan SST V2) alkalmaztuk 1856-tól 2007-ig. Az AMO-index kiszámítását Enfield et al. (2001) indexszámításához hasonlóan végeztük el. A számítás során az Atlanti-óceán Egyenlítőtől északra fekvő területére (a Ny. h. $77,5^\circ$ -tól K. h. $7,5^\circ$ -ig) eső rácsponthoz tengervíz hőmérsékleti értékeiből területi átlagot számítottunk minden egyes év júniustól szeptemberig (JJAS) terjedő időszakára. Ezt követően a kapott víz hőmérsékleti időszorból kivontuk a lineáris trendet (a lineáris trend szerinti hőmérséklet növekedése az észak-atlanti medencében mintegy $0,4^\circ\text{C}$ volt). Az így kapott trendnélküli időszoron alkalmaztuk még egy 10 éves mozgó átlagolást (1. ábra). A bemutatott AMO-index tehát az Atlanti-óceán északi medencéjének több évtizedes víz hőmérsékleti anomáliáját írja le. A kapott adatsorban az AMO két jellegzetes fázisa különül el, az úgynevezett meleg és hideg fázis. A fázisok közötti hőmérséklet különbség hozzávetőlegesen $0,4^\circ\text{C}$. A megfigyelések szerint az elmúlt másfél évszázad során



1. ábra: Az AMO-index: az Atlanti-óceán északi medencéjének nyári (júniustól szeptemberig tartó), lineáris trend nélküli, tengervíz hőmérsékleti anomáliájának 10 éves mozgó átlaga.

az AMO két teljes, 65-80 éves periódusidejű ciklust írt le. Az 1. ábrán látható, hogy a két meleg fázis az 1860–1880 és az 1930–1960 közötti időszakokra, míg a két hideg fázis az 1905–1925 és 1970–1990 közötti időszakokra tehető. A '90-es évektől egy újabb meleg fázis kezdődött.

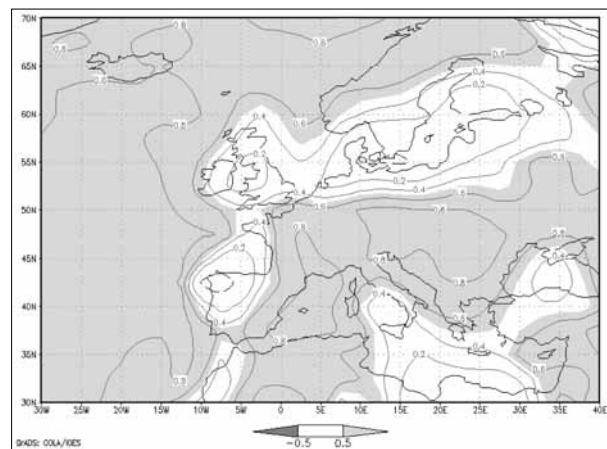
Felhasznált adatok, módszertan

Kapcsolatkereső vizsgálatunkban az AMO indexet a korábban említett Kaplan-féle (Kaplan et al., 1998) tengervíz hőmérsékleti reanalízis adatokból számítottuk ki, az előző fejezetben bemutatottak megfelelően, 1948-tól 2007-ig a kibővített nyári (JJAS) időszakokra.

Felhasználtuk még a NCEP/NCAR $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ -os horizontális rácsfelbontású reanalízis adatait (Kalnay et al., 1996) közül a felszíni léghőmérsékleti (T_f) és a 850 hPa-os hőmérsékleti mezőt (T_{850}), a tengerszinti légnyomási (SLP) és az 500 hPa-os geopotenciális szint magassági mezőjét (AT_{500}), valamint a relatív nedvességi mezőket az 1000 (RH_{1000}) és 700 hPa-os (RH_{700}) szintekre. Az elemzéseket az 1948 és 2007 közötti JJAS időszakokra végeztük el az atlanti-európai térség felett. Mindenekes, a térségre eső rácsponthoz az idősorokból kivontuk a trendet és 10 éves mozgó átlagolást alkalmaztunk. Ezt követően a rácsponthoz ilyen módon kapott meteorológiai paramétereinek idősorai és az AMO-index között meghatároztuk a lineáris korrelációs együttható értékét. A továbbiakban mindegyik meteorológiai paraméter esetében a trendnélküli, 10 éves mozgó átlagolást használjuk.

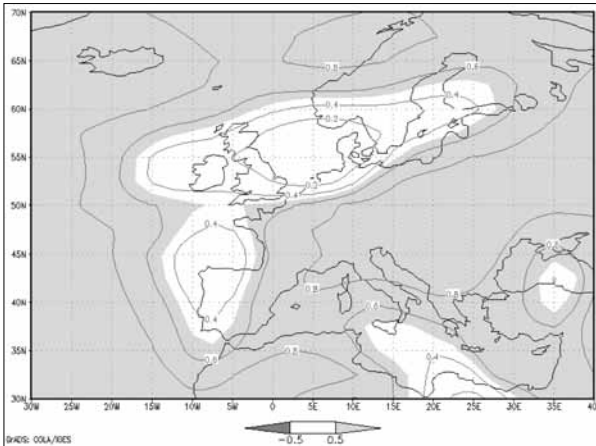
Eredmények

Az AMO-index és a T_f között számolt korrelációs mezőt a 2. ábra mutatja be. Az ábrán jól látható, hogy az óceán felett erős ($r > 0,8$) korrelációs értékek mutatkoznak. Hasonlóan magas értékek találhatók a Földközi-tenger nyugati medencéjében, Franciaország középső és déli részénél, Alpok térségében, Közép- és Kelet-Európa déli



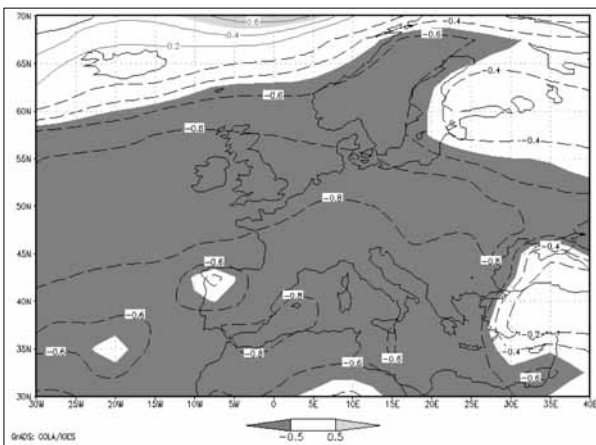
2. ábra: Az AMO-index korrelációja a felszíni középhőmérséklettel (T_f) a nyári időszakban (JJAS). Mindegyik adatsor trendnélküli, 10 éves mozgó átlagolást. A folytonos (szaggatott) vonal a pozitív (negatív) korrelációs együtthatókat határoló izovonalakat jelöli. Az abszolút értékben 0,5-nél nagyobb korrelációs értékeket szűrőkéséssel jelöltük.

részén - beleértve a Kárpát-medencét - illetve a Skandináv-félsziget északnyugati részei felett. Ha az AMO és a T_{850} -es mező kapcsolatát vizsgáljuk, hasonló térbeli szerkezetet tapasztalhatunk a korrelációs együtthatót ábrázoló térképen (3. ábra). Ez utóbbi esetben azonban már egész Közép- és Kelet-Európa felett erős ($r > 0,8$, a Kárpát-medence délkeleti részénél $r > 0,9$) korrelációs együtthatók figyelhetők meg. Ezen eredmények alapján elmondható, hogy az AMO pozitív fázisának időszakában melegebb Közép- és Kelet-Európa nyári éghajlata, mint az AMO negatív fázisa idején.



3. ábra: Az AMO-index korrelációja a 850 hPa-os szinti közéghőmérséklettel (T_{850}) a nyári időszakban (JJAS). Mindegyik adatsor trendnélküli, 10 éves mozgó átlagolású. A folytonos (szaggatott) vonal a pozitív (negatív) korrelációs együtthatókat határoló izovonalakat jelöli. Az abszolút értékek 0,5-nél nagyobb korrelációs értékeket szürkítéssel jelöltük.

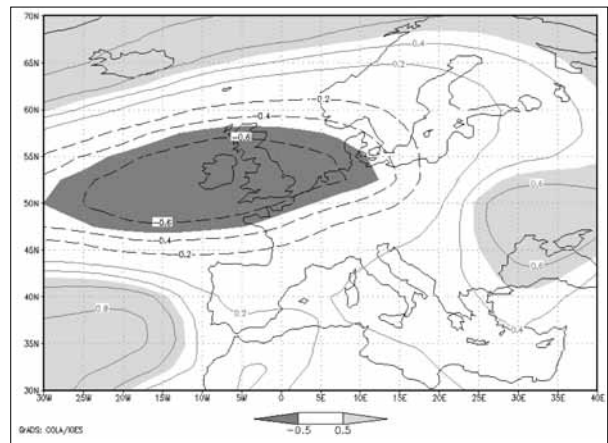
A 4. ábrán bemutatott, az AMO-index és az SLP között számolt korrelációs mező alapján arra következtethetünk, hogy az AMO pozitív fázisa idején az egész kontinensen alacsonyabb a nyári tengerszinti légnyomás, mint az AMO negatív fázisa során. Ugyanis erős ($r < -0,8$) negatív kor-



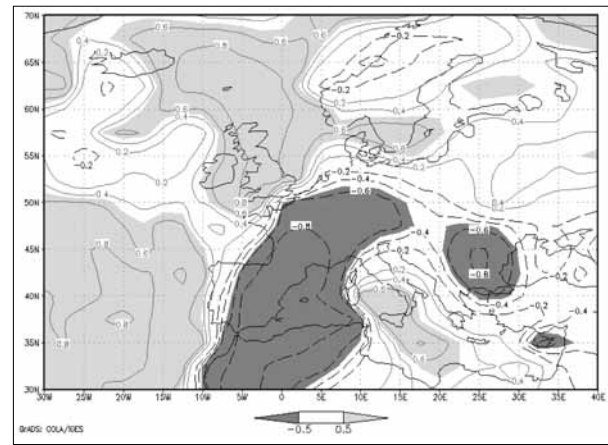
4. ábra: Az AMO-index korrelációja a tengerszinti légnyomással (SLP) a nyári időszakban (JJAS). Mindegyik adatsor trendnélküli, 10 éves mozgó átlagolású. A folytonos (szaggatott) vonal a pozitív (negatív) korrelációs együtthatókat határoló izovonalakat jelöli. Az abszolút értékben 0,5-nél nagyobb korrelációs értékeket szürkítéssel jelöltük.

relációs együttható látható az óceán és a kontinens jelentős része felett.

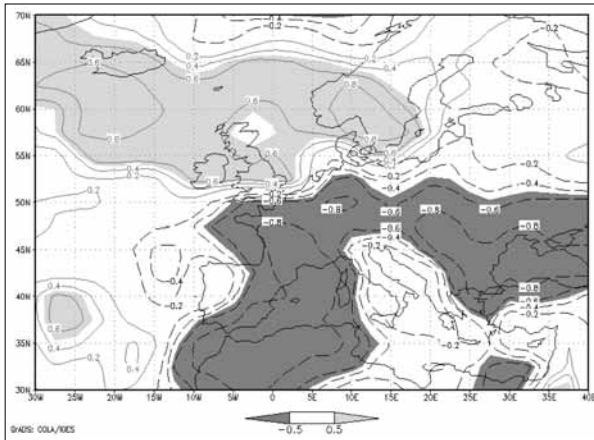
Az AT_{500} és AMO között végzett korrelációs számítás alapján (5. ábra) elmondható, hogy az AMO-index emelkedésekor csökken a Brit-szigetek térségében a nyári geopotenciális érték, amely a gyakoribb, vagy a szokásosnál mélyebb teknő kialakulására enged következtetni. Ugyanakkor Kelet-Európa déli része felett mutatkozó pozitív korrelációs értékek találhatók. Ez utóbbi szerint az AMO pozitív fázisa során gyakoribb, vagy erősebb a magassági gerinc kiépülése az érintett – pozitív korrelációs együtthatójú – területek felett, mint ahogy az az AMO negatív fázisának időszakában alakulna. Ebben a helyzetben Közép-Európa a Brit-szigetek térségében gyakori teknő előoldalán és az említett magassági gerinc hátoldalán helyezkedik el az AMO pozitív fázisának időszakában. Megállapíthatjuk, hogy a közép-troposzférában dominánsabbá



5. ábra: Az AMO-index korrelációja az 500 hPa-os geopotenciállal (AT_{500}) a nyári időszakban (JJAS). Mindegyik adatsor trendnélküli, 10 éves mozgó átlagolású. A folytonos (szaggatott) vonal a pozitív (negatív) korrelációs együtthatókat határoló izovonalakat jelöli. Az abszolút értékben 0,5-nél nagyobb korrelációs értékeket szürkítéssel jelöltük.



6. ábra: Az AMO-index korrelációja az 1000 hPa-os szinti relatív nedvességgel (RH_{1000}) a nyári időszakban (JJAS). Mindegyik adatsor trendnélküli, 10 éves mozgó átlagolású. A folytonos (szaggatott) vonal a pozitív (negatív) korrelációs együtthatókat határoló izovonalakat jelöli. Az abszolút értékben 0,5-nél nagyobb korrelációs értékeket szürkítéssel jelöltük.



7. ábra: Az AMO-index korrelációja a 700 hPa-os szintű relatív nedvességgel (RH700) a nyári időszakban (JJAS). Mindegyik adatsor trendnélküli, 10 éves mozgó átlagolású. A folytonos (szaggatott) vonal a pozitív (negatív) korrelációs együtthatókat határoló izovonalakat jelöli. Az abszolút értékben 0,5-nél nagyobb korrelációs értékeket szürkítéssel jelöltük.

válak a délnyugati, déli áramlás Közép-Európa felett, mint ahogy az az AMO negatív fázisának időszakában lenne.

Az 1000 és a 700 hPa-os légnyomási szint RH mezeje és AMO-index között számolt korrelációs értékeket a 6. és 7. ábra mutatja be. Erős ($r < -0,8$) korrelációra utaló együtthatók találhatóak a Földközi-tenger nyugati medencéje és a Balkán-félsziget területeinél, illetve Észak-Afrika északnyugati részei felett. Ezek az értékek arra utalnak, hogy az AMO pozitív fázisa során szárazabb a nyári éghajlat a Földközi-tenger nyugati medencéjében, Franciaország és az Alpok vidékén, a Balkán-félsziget térségében, valamint Észak-Afrika északnyugati részén mind a felszín közeli (1000 hPa-os szint), mind pedig magasabb szinten (700 hPa-on), mint az AMO negatív fázisának időszakában.

Összefoglalás

Tanulmányunkban bemutattuk az észak-atlanti térség vízhőmérsékleti értékeiben jelentkező, évtizedes skálájú oszcillációs jelenséget, az AMO-t, és az oszcilláció szám-szerű leírására szolgáló AMO-indexet. Betekintést adtunk a jelenség kapcsán végzett kutatási eredményekbe is.

Írásunkban kapcsolatot kerestünk az atlanti-európai térség nyári (júniustól szeptemberig terjedő időszakának) éghajlata és az Atlanti-óceán vízhőmérsékletének több évtizedes oszcillációja, az AMO között. A kapcsolat elemzéséhez lineáris korrelációs számításokat alkalmaztunk. Az eredményekből kiderült, hogy az AMO pozitív fázisa idején melegebb és szárazabb a nyári éghajlat a Balkán-félszigeten, a Kárpát-medencében és a mediterrán térség nyugati részében, mint az AMO negatív fázisa idején. Ezen kívül arra is rámutattunk, hogy az AMO-index növekedésével csökken a légnyomás Európa nagy részén, illetve növekszik a teknők megjelenési esélye a Brit-szigetek térségében, és a magassági gerinc kialakulása Kelet-Európa déli részénél. Az eredményekből az is kitűnik, hogy ezen változások természetesen érintik, sőt befolyá-

solják hazánk nyári időszakának időjárását is. Ennek alaposabb elemzéséhez azonban a jelenleginél finomabb felbontású rácsra lenne szükség, mivel vizsgálatunk során mindössze két rácspontra esett hazánk területére.

Köszönetnyilvánítás:

Az NCEP reanalízis adatokat a NOAA/OAR/ESRL PSD (Boulder, Colorado, USA) biztosította, amelyek honlapjukról is elérhetők a következő címen: <http://www.cdc.noaa.gov/>

Kaplan SST V2 adatokat a NOAA/OAR/ESRL PSD (Boulder, Colorado, USA) szolgáltatotta, amelyek honlapjukon hozzáférhetők az alábbi címen: <http://www.cdc.noaa.gov/>

Fodor Zoltán OMSZ,
Seres András Tamás MH Geoinf. Szolg.

Felhasznált irodalom:

- Andronova N. G., Schlesinger M. E., 2000: Causes of global temperature changes during the 19th and 20th centuries, *Geophys. Res. Lett.*, 27, 2137-2140.
- Benson L., Petersen K., Stein J., 2007: Anasazi (pre-columbian native-american) migrations during the middle-12th and late-13th centuries - were they drought induced? *Climatic Change*, 83, 187-213.
- Curtis S., 2008: The Atlantic multidecadal oscillation and extreme daily precipitation over the US and Mexico during the hurricane season. *Climate Dynamics*, 30, 343-351.
- Delworth L. T., Manabe S., Stouffer R. J., 1997: Multidecadal climate variability in the Greenland Sea and surrounding regions: a coupled model simulation. *Geophys. Res. Lett.*, 24, 257-260.
- Delworth T. L., Mann M. E., 2000: Observed and simulated multidecadal variability in the Northern Hemisphere. *Climate Dynamics*, 16, 661-676.
- Dima M., Lohmann G., 2007: A hemispheric mechanism for the Atlantic Multidecadal Oscillation. *Journal of Climate*, 20, 2706-2719.
- Enfield D. B., Mestas-Nunez A. M., Trimble P. J., 2001: The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental U.S. *Geophys. Res. Lett.*, 28, 2077-2080.
- Feng S., Hu Q., 2008: How the North Atlantic Multidecadal Oscillation may have influenced the Indian summer monsoon during the past two millennia. *Geophys. Res. Lett.*, 35, L01707, doi: 10.1029/2007GL032484.
- Fischer H., Mieding B., 2005: A 1,000-year ice core record of interannual of multidecadal variations in atmospheric circulation over the North Atlantic. *Climate Dynamics*, 25, 65-74.
- Goldenberg S. B., Landsea C. W., Mestas-Nunez A. M., Gray W. M., 2001: The recent increase in Atlantic hurricane activity: causes and implications. *Science*, 293, 474-479.
- Goswami B. N., Madhusoodanan M. S., Neema C. P., Sengupta D., 2006: A physical mechanism for North Atlantic SST influence on the Indian summer monsoon. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L02706, doi:10.1029/2005GLO24803.
- Gray S.T., Graumlich L. J., Betancourt J. L., Pederson G. T., 2004: A tree-ring based reconstruction of the Atlantic Multidecadal Oscillation since 1567 A.D. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L12205, doi:10.1029/2004GLO19932.
- Grosfeld K., Lohmann G., Rimbu N., Fraedrich K., Lunkeit F., 2007: Atmospheric multidecadal variations in the North Atlantic realm: proxy data, observations, and atmospheric circulation model studies. *Climate of the Past*, 3, 39-50.
- Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R., Collins W., Deaven D., Gandin L., Iredell M., Saha S., White G., Woollen J., Zhu Y., Chelliah M., Ebisuzaki W., Higgins W., Janowak J., Mo K. C., Ropelewski C., Wang

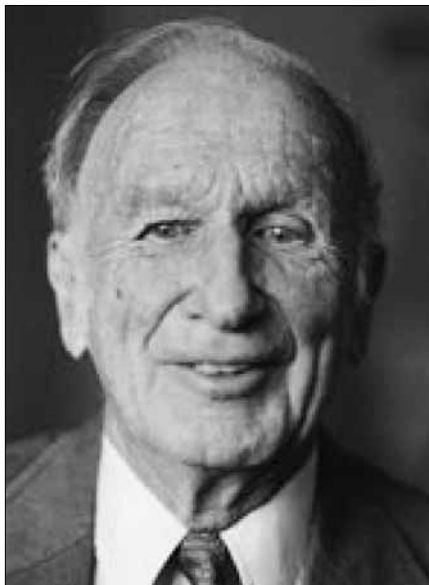
- J., Leetmaa A., Reynolds R., Jenne R., Joseph D., 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, 437-471.
- Kaplan A., Cane M., Kushnir Y., Clement A., Blumenthal M., Rajagopalan B., 1998: Analyses of global sea surface temperature 1856-1991. *Journal of Geophysical Research*, 103, 18 567-18 589.
- Kerr R. A., 2000: A North Atlantic climate pacemaker for the centuries. *Science*, 288, 1984-1986.
- Kerr R. A., 2005: Atlantic Climate Pacemaker for Millennia Past, Decades Hence? *Science*, 309, 41-43.
- Knight J. R., Allan R. J., Folland C. K., Vellinga M., Mann M. E., 2005: A signature of persistent natural thermohalin circulation cycles in observed climate. *Geophy. Res. Lett.*, 32, L20708, doi: 10.1029/2005GL024233.
- Li S., Bates G. T., 2007: Influence of the Atlantic Multidecadal Oscillation on the Winter Climate of East China. *Advances in Atmospheric Science*, 24, 126-135.
- Mendoza B., García-Acosta V., Velasco V., Jáuregui E., Díaz-Sandoval R., 2007: Frequency and duration of historical droughts from the 16th to the 19th centuries in the Mexican Maya lands, Yucatan Peninsula. *Climatic Change*, 83, 151-168.
- Minobe S., 1997: A 50-70 year climate oscillation over the North Pacific and over North America. *Geophy. Res. Lett.*, 24, 683-686.
- Schlesinger M. E., Ramankutty N., 1994: An oscillation in the global climate system of period 65-70 years. *Nature*, 367, 723-726.
- Schubert S. D., Suarez M. J., Pegion P. J., Koster R. D., Bacmeister J. T., 2004: On the cause of the 1930s dust bowl. *Science*, 303, 1855-1859.
- Sutton R. T., Hodson D. L. R., 2005: Atlantic Ocean forcing of North American and European summer climate. *Science*, 309, 115-118.
- Venegas S. A., Mysak L. A., 2000: Is there a dominant timescale of natural climate variability in the Arctic? *Journal of Climate*, 13, 3412-3434.
- Zhang R., Delworth T. L., 2006: Impact of Atlantic multidecadal oscillations on India/Sahel rainfall and Atlantic hurricanes. *Geophy. Res. Lett.*, 33, L17712, doi:10.1029/2006GL026267.

EDWARD N. LORENZ (1917–2008)

2008. április 16-án szomorú hír járta be a világot: a bostoni agglomerációhoz tartozó cambridge-i otthonában, 90 éves korában elhunyt Edward Norton Lorenz, a neves amerikai matematikus és meteorológus. Kutatásai jelentősen hozzájárultak a légkördinamikai folyamatok alaposabb megismeréséhez. Életművének legfontosabb eredményét a pillangóhatás felfedezése és az ahhoz kötődő kaoszelmélet alapjainak megteremtése alkotja. Sokan vallják, hogy munkássága a 20. századnak a relativitáselméletet és a kvantumfizikát követő harmadik tudományos forradalmához vezetett el.

Lorenz 1917. május 23-án született a Connecticut állambeli West Hartfordban. Fiatal korában olykor nagy bánatot okozott neki, hogy termete miatt nem mindig fogadták szívesen iskolája baseball csapatában. Viszont megtanult kiválóan sakkozni: végül tanítómesterét, az édesanyját is sikerült legyőznie, pedig ő korábban egyszer még a cambridge-i Massachusetts Institute of Technology (MIT) bajnoka fölött is diadalmaskodott. Felsőfokú tanulmányait a New Hampshire-i Dartmouth College-ban, majd a Harvard Egyetemen végezte el. Elméleti matematikusnak készült, de a világháború közbeszólt. Az MIT-ben 1942 tavaszán nyolc hónapos

meteorológiai kurzust indítottak, hogy a hadsereg részére időjárás előrejelzőket képezzenek ki. Lorenz ide iratkozott be, majd két évig ott is maradt, hogy a további tanfolyamokon repülősként a hallgatók laboratóriumi gyakorlatait vezesse. 1944 nyarán az utolsó kurzus is befejeződött, és Lorenz tengerentúli szolgálatra kapott parancsot. Hawaiiiban



kéthónapos trópusi meteorológiai oktatásban részesült, majd először a Saipanról, 1945 tavaszától pedig az Okinaváról felszáll, japán célpontok támadására bevetett repülőgépek időjárásit eligazítását irányította.

Leszerelését követően, 1946 tavaszán Lorenz válaszüthöz érkezett: matematikus legyen, vagy továbbra is a meteorológusi pályát kövesse. Az MIT meteorológiai tanszékének vezetője, Henry Houghton professzor tanácsára az utóbbi mellett döntött; hozzálátott numerikus prognosztikával foglalkozó doktori disszertációjának a megírásához, amelyet 1948-ban sikeresen megvédett. Az MIT-hez fűződő elkötelezettsége mindvégig töretlen maradt. 1962-ben professzori kinevezést kapott, 1977 és 1981 között ő vezette a tanszéket, majd 1987-ben, nyugállományba vonulása-kor, elnyerte a Professor Emeritus címet.

A kezdeti évek, Victor Starr társaságában, az általános cirkuláció mechanizmusának tanulmányozásával teltek. Ennek során dolgozta ki Lorenz a hozzáférhető potenciális energia* fogalmát, és alkalmazta azt a légkörzésre – segítségével 1955-ben sikerült először világos magyarázatot nyerni az általános cirkuláció fennmaradásának alapvető kérdésére. E téren elért eredményei nyomán később, 1967-ben, a Meteorológiai Világszervezet V. Kongresszusán az IMO Lecture megtartására kapott felkérést; előadásának impozáns monografikus változata, amelynek megírására egy évet szánt, hosszú

időn keresztül komolyan befolyásolta a cirkuláció szerkezetével és energetikájával foglalkozó kutatásokat.

Am időközben Lorenz érdeklődése új, és immár véglegesnek bizonyuló irányba terelődött. Az 1950-es évek közepén a statisztikus előrejelzéssel foglalkozó meteorológus közösség meggyőződéssel vallotta azt a Norbert Wienernek, a kibernetika megalapozójának tulajdonított állítást, miszerint a lineáris eljárások éppen olyan jól működnek, mint bármilyen más módszer, beleértve a numerikus prognosztikai és a szinoptikus meteorológiai technikát is. E nézet megcáfolása céljából Lorenz egyszerű, mindössze néhány változót tartalmazó nemlineáris modelleket* kezdett szerkeszteni, amelyekkel sikerült egyértelműen bebizonyítani a nemlineáris dinamikára* alapozott előrejelzések hatékonyságának tagadhatatlan fölényét.

Az igazán fontos, és a meglepetés erejével ható felfedezést azonban nem ez az eredmény, hanem egy új, addig ismeretlen viselkedési forma létezésének a kimutatása jelentette. A kényszerített-disszipatív determinisztikus modellel végrehajtott numerikus kísérletei nyomán ugyanis kiderült, hogy a légköri folyamatokat kormányzó, három változóra egyszerűsített egyenleteknek is lehet igen bonyolult megoldása, amelyet két tulajdonság jellemez: az aperiodikus (önmagát nem ismétlő), megjelenésében véletlenszerű változékonyság, valamint a kezdőfeltételekkel szembeni érzékenység. A klasszikus newtoni mechanika ezt a szabálytalan viselkedést korábban nem ismerte. Henri Poincaré ugyan már 1892-ben leírta, hogy három vagy több szabadsági fokú konzervatív (súrlódásmentes) rendszerekben kialakulhat komplex mozgásforma, George Birkhoff professzor pedig (aki a Harvardon Lorenz posztgraduális matematikai tanulmányainak irányítója volt) Poincaré állítását 1927-ben bővebben is kifejtette – ezek a munkák azonban a fizikusok körében alig találtak visszhangra. Lorenz 1963-ban publikált

tanulmánya részletesen bemutatta, hogy ez a determinisztikus káosz elnevezett jelenség disszipatív (súrlódásos) rendszerekben szintén felléphet, sőt egy évtizeddel később – miután a kérdés a kutatók mind szélesebb táborának keltette fel az érdeklődését – bizonyossá vált, hogy a fizika, a kémia, a biológia és a technika legkülönbözőbb modelljeiben éppen a szabályos (periodikus és kvázi-periodikus) viselkedést kell kivételnek tekinteni. A káosz kialakulásának oka ugyanis a nemlineáris rendszerekben fellépő dinamikai instabilitás, amelynek a következményei kizárólag a folyamatok számítógépes szimulációjával jeleníthetők meg.

Lorenz felfedezése új fizikai világgépet, a légkördinamikában pedig új kutatási területeket teremtett. A kezdeti feltételek előírására mutatott nagyfokú érzékenység vezetett el a napjainkra általános gyakorlattá vált ensemble prognosztika* kimunkálásához, amely lehetővé teszi a szükségyszerűen bizonytalansággal terhelt időjárás előrejelzések várható beválásának objektív előrejelzését. Lorenz ezt a bizonytalanságot az egyik, 1972-ben megtartott előadásában egy elvont kérdés feszegetésével igyekezett érzékeltetni: kiválthat-e egy braziliai pillangó szárnycsapása tornádót Texasban? Ma a „pillangóhatás” világszerte ismert szimbóluma annak a jelenségnek, hogy csekély hatások is eredményezhetnek jelentős változásokat. A káosz másik ismérve, az aperiodikus változékonyság elsősorban a klímakutatásban okoz nehézséget: lehetetlen pontos választ adnunk arra a kérdésre, hogy a globális éghajlatváltozás folyamatának előidézésében milyen mértékben részesedik külső kényszerként az emberi tevékenység, illetve mennyiben vezethető vissza a globális melegedés a légkör állapotának természetes szabad ingadozására.

Az elmúlt évtizedek során Lorenz elsősorban a káoszelmélet megalapozásával, az előrejelezhetőség elemzésével, majd az oksági összefüggések feltárására kiválóan alkalmas alacsonyrendű (kevés szabadsági

fokú) modellek – az ő szóhasználatával „játék modellek” – szerkesztésével foglalkozott. Emellett olyan, a meteorológiai fejlesztések jelenlegi homlokterében álló gyakorlati kérdéseket is elemzett, mint a modellek fizikai parametizációs eljárásaiban levő bizonytalanságoknak az ún. sztochasztikus fizika alkalmazásával történő számszerűsítése, vagy a járulékos megfigyelések kijelölésének problémaköre, amely az előrejelzések sikerességéhez alapvetően szükséges mérőhálózat optimális kialakítását tűzi ki célul.

Több mint hatvan szakcikket fellelő munkásságáért Lorenz számos elismerésben részesült. 1983-ban Crafoord-díjat kapott, amelyet a Svéd Tudományos Akadémia a Nobel-díjjal nem jutalmazható tudományágak jeles személyiségei számára alapított. 2000-ben a WMO neki ítélte legmagasabb kitüntetését, az IMO-díjat. Egy évvel később a Kyoto-díj részesévé vált, mint az a kutató, aki az indoklás szerint „... a determinisztikus káosz felfedezésével... Sir Isaac Newton óta az egyik leginkább drámai változást idézte elő az emberiségnek a természetről alkotott szemléletében”.

Lorenz egész életében megszállott természetjáró, hegymászó és síelő volt. Tudományos aktivitásának töretlenségére jellemző, hogy amikor 53 esztendei együttlét után, 2001-ben elveszítette feleségét, és környezetében felmerült a kérdés, hogy mi lesz az idős professzorral, egyöntetű volt a vélemény: még többet fog dolgozni. Leánya mesélte, hogy két és fél héttel a halála előtt édesapja még kirándulni indult, egy héttel korábban pedig az egyik kollégájával éppen befejeztek egy, a sztochasztikus parametizációval foglalkozó tanulmányt.

Alig huszonnégy nappal a 91. születésnapját megelőzően egy kivételes tudású és szorgalmú, végtelenül szerény és hallgatag egyén távozott az élők sorából.

**Götz Gusztáv
Horányi András**

Mit gondolnak más szakemberek a meteorológiáról?

Nincs még egy természeti jelenség, amely annyira szorosan kapcsolódna életünkhöz, mint az időjárás, éppen ezért oly fontos az emberek számára a meteorológusok munkája. De vajon mit gondolnak rólunk? Mit gondol a meteorológiáról az, aki nem természettudós? Házidolgozatot kellett készíteni Szinoptikus meteorológiából, és ennek keretében erre a kérdésre kerestem a választ.

Az információszerzés eszközeül a kérdőíves közvélemény-kutatást választottam. Mivel a kérdőívek név nélkül kerültek kitöltésre, mindenki bátran vállalhatta véleményét. Igyekeztem minél több olyan foglalkozáscsoportot elérni, akik nem állnak szorosabb kapcsolatban a természettudományokkal, így az interneten, ill. ismerőseimen keresztül kérdéseim eljutottak pedagógusokhoz, könyvtárosokhoz, informatikusokhoz, pszichológusokhoz, építész- és gépészmérnökökhöz, jogászokhoz, közgazdászokhoz, formatervezőkhez és kereskedelemben dolgozó személyekhez egyaránt. A megkérdezettek 18 és 65 év közötti, főiskolát, egyetemet végzett szakemberek, ill. tanulányaikat jelenleg is folytató hallgatók voltak.

A kérdőív

Összesen 19 kérdést tettem fel az önkéntes válaszadóknak. Életkoruk és foglalkozásuk mellett arról érdeklődtem, honnan értesülnek az időjárásjelentésekről, olvasnak-e meteorológiával foglalkozó könyveket, újságcikkeket, rendszeresen tájékozódnak-e időjárás kérdésekben utazás előtt, és mennyire tartják megbízhatónak a kapott információkat. Kértem, soroljanak fel ismert meteorológusokat, és megkérdeztem, ki szimpatikus számukra. Látnak-e különbséget a meteorológus és az időjárás-jelentő munkája között? A kérdőív második felében azt kutattam, mit tudnak a meteorológia

tudományáról, a légköri jelenségekről, és mennyire foglalkoztatják őket a környezeti katasztrófák és az éghajlatváltozás kérdései.

A kérdőívek értékelése

Összesen csaknem 200 kitöltött kérdőívet kaptam papíron vagy elektronikus levélben. Mivel voltak komolytalan és alig értékelhető válaszok is, ezért kiválasztottam azt a 100 kérdőívet, amelyen minden kérdésre elfogadható, értékelhető választ kaptam. A következőkben ennek a 100 válasznak az összefoglalását, kivonatát igyekszem megadni.

Felmérésemből kiderült, hogy a meteorológiai jelentéseket szinte egytől egyig figyelemmel követik az emberek. Ezekről legtöbbször a televízióból értesülnek. Viszonylag sokan figyelnek a rádióadásokra is, és az interneten keresztül is sokan tájékozódnak (1. ábra). Időjárással foglalkozó könyvet, újságcikket viszont szinte senki sem szokott kezébe venni.



Kiderült, hogy a többség nem sorolja ugyanabba a szerepkörbe az időjárás-jelentő és a meteorológus munkáját. Röviden fogalmazva: a meteorológusé a felelősség, az időjárás-jelentőé a népszerűség. Az egyes személyek ismertsége és népszerűsége meglehetősen szubjektív dolog, és erősen függ attól, melyik televíziós csatornán szerepelnek és mióta, ezért csak tájékoztató jellegűnek tartom az erre a kérdésre érkező válaszokat.

A válaszadók közül egy-két embert kivéve mindenki tájékozódik az

időjárásról, amikor utazásra, kirándulásra készül, és mintegy 70-80%-ban tartják megbízhatónak a kapott információt. Természetesen akadt olyan válaszadó is, aki csak tájékoztató jelleggel hallgatja meg az előrejelzéseket, és voltak néhányan, akik egyáltalán nem bíznak bennük.

A külföldről hallott meteorológiai hírekkel, természeti csapásokkal kapcsolatos vélemények nagyon megoszlottak. Sokakat megráznak, megdöbbennek a jelentések, vannak, akik csak érdekesség szintjén foglalkoznak ezzel, másokat egyáltalán nem érdekel a téma. Véleményem szerint nincs olyan ember, akinek a figyelmét elkerülnék az időjárás hatalmas erejét közvetítő hurrikánok, tornádók, lavinák, erdőtüzek és áradások, hiszen ezek annyi sok védtelen ember életét, hajlékát veszélyeztetik világszerte. Arra a kérdésre, vajon tényleg több-e a természeti katasztrófa, vagy csak a média foglalkozik többet velük, legtöbbször azt válaszolták, az üvegházhatás erősödése és a globális felmelegedés miatt valóban növekszik a természeti folyamatok romboló hatása, ezért tényleg több ilyen eset fordul elő az utóbbi évtizedekben, mint korábban. Mindössze 5% volt, aki határozottan kijelentette: csak a média fújja fel a témát, mint szenzációt, ráadásul az apróbb eseményeket is felnagyítják.

Ezután az érdekelt, a válaszadók szerint milyen tudományokra épül a meteorológia (2. ábra). Kiemelkedik a fizika, a matematika és a földrajz, de viszonylag sokan voksoltak



tak a kémiára és a csillagászatra is. Ez nagyjából fedi is a valóságot, bár rengetegen gondolták úgy, hogy a földrajz a legfontosabb. Sokan nem is sejtették, főleg a műszaki tudományokban jártasak csodálkoztak, hogy a matematika és a fizika mennyire fontos szerepet tölt be a meteorológus munkájában.

A meteorológián belüli szakterületekről a megkérdezettek 30%-ának elképzelése sem volt. Amit a legtöbben ide soroltak, az a klimatológia/égshajlatkutatás volt (25%). Emellett viszonylag sokan neveztek meg az agrometeorológiát (10%) és a légkörfizikát (8%), valamint a levegőkémiát, az időjárás előrejelzését, az orvosmeteorológiát, a repülésmeteorológiát és a környezetvédelmet (6–6%). Sokan soroltak fel meteorológiai szakterületként más földtudományokat, így pl. a földmozgások vizsgálatát (szeizmológiát), a talajtant és talajvizsgálatot, a vulkanológiát, és a geológiát (4–4%). Említésre került még a vízrajz, a meteorológia története, a viharok előrejelzése, a sarkkutató, a hulladékgazdálkodás, az oceanográfia, a távközlés és a számítástechnika is. Olyan érzésem támadt, mintha gondolatban egy geológus, egy csillagász és egy meteorológus munkáját fésülték volna össze.

Nap, mint nap halljuk az időjárás-jelentésekben, hogy egy ciklon vagy egy anticiklon hatása érvényesül hazánk területén. Vajon tudják-e az emberek, mi az alapvető különbség közöttük? Hogy ezzel kapcsolatban milyen válaszokat kaptam, az *I. táblázatban* foglaltam össze. Sajnos, a

1. táblázat

Tipikus válaszok arra a kérdésre: <i>Mi az anticiklon/ciklon?</i>	
Magas/alacsony légnyomású légtömeg	32 %
Száraz, derült, meleg idő / csapadékos, hűvös idő	19 %
Fel-/leszálló légáramlás zónája	9 %
Nem tudja	40 %

megkérdezettek közel felének ötlete sem volt, mi lehet a különbség közöttük. Mindenki tudta viszont, hogy a szél irányát mindig azzal az égtájjal a névvel jelezzük, ahonnan a szél fúj, nem pedig amerre fúj.

Kiderült, hogy a megkérdezettek többsége viszonylag gyakran kémleli az eget. Ahogy azt várni lehetett, a felhők közül a már gyerekkorunkban is oly sokszor emlegetett báránnyelű volt a legismertebb, de sokan neveztek meg a gomoly-, az eső- és a zivatarfelhőt is (*II. táblázat*).

2. táblázat

Tipikus válaszok arra a kérdésre: <i>Milyen felhőfajtákat ismer?</i>	
Báránnyelű	84 %
Gomolyfelhő	42 %
Esőfelhő	40 %
Vihar-/zivatarfelhő	40 %
Fátyolfelhő	29 %

A különleges légköri jelenségek közül a szivárványt említették a legtöbben (21%), és szerepelt még a spontán felsorolásban a villámlás (18%), hullócsillag (11%) és holdfogyatkozás (7%) is. Kicsit meglepőnek tartottam, hogy a válaszadók 4%-a sarki fény, 3%-a pedig meteorit megfigyeléséről is beszámolt. Sokan említették az 1999-es napfogyatkozást is (16%). Két idősebb válaszadóm erre a kérdésre még az 1972. május 19-ei balatonfüredi víztőlcsérről (trombáról) is beszámolt, amikor a Tagore-sétány fájának tucatjait csavarta ki gyökerestől a szél.

A válaszadók viszonylag tájékozott feleleteket adtak arra a kérdésre, miért veszélyes az ózonlyuk növekedése, ill. arra, hogyan lehetne megakadályozni a légköri ózonréteg további vékonyodását. Helyesen írták, hogy az ózonréteg csökkenése miatt nagyobb mennyiségben éri el az UV-sugárzás a földfelszínt (90%), s hogy ez az ember esetében bőrkárosodást, akár bőrrákot is okozhat (28%). Megoldásként a következők merültek fel: rövid

időn belül jelentősen csökkenteni kellene a szén-dioxid-termelést (18%), ill. a CFC-gázok kibocsátását a dezodorok és régi hűtőszekrények használatának mellőzésével (27%). Csökkenteni kellene a káros anyagok kibocsátását (26%), szemléletváltásra lenne szükség (9%), terjeszteni kellene a hidrogén meghajtású kisautók használatát (2%), csökkenteni kellene a fosszilis energiatermelést (4%), át kellene térni a megújuló energiaforrások használatára (3%), továbbá védeni kellene az esőerdőket, és gyorsítani az erdőtelepítést (10–10%).

Többen egyetértettek abban, hogy a nyarak egyre melegebbek, a telek pedig egyre enyhébbek. Arra a kérdésre, hogy a globális felmelegedés létező folyamat-e, és ha igen, mennyire kell komolyan venni, egyöntetűen igenlő választ kaptam. A jogász végzettségűek szerint sajnos éppen azok nem veszik elég komolyan az ezzel kapcsolatos híreket, akik hathatósan tehetnének ellene. A saját véleményem ezzel kapcsolatban egyezik másokéval: a globális problémák megoldásához globális együttműködésre lenne szükség.

Kérdőívem utolsó szakaszában különböző természeti jelenségek értelmezésére kérdeztem rá. Azt, hogy a zivatart elektromos kisülések kísérik, és bőséges csapadékkal is járhat, a megkérdezettek több mint fele (53%-a) tudta. A válaszolók 43%-a szerint mindössze a csapadék intenzitása nagyobb, mint a záporé, ill. úgy vélték, hogy a zivatart viharos szél és jégeső is követheti.

A hideg- és melegfront közötti különbséget a válaszadók 20%-a egyáltalán nem tudta értelmezni, azt viszont többen sejtették, hogy hőmérsékletkülönbségben (is) rejlik az eltérés. Azt, hogy hidegfront esetén a front előtt meleg, mögötte hideg levegő halmozódik fel, s utána lehűlés tapasztalható, a megkérdezettek 64%-a adta válasznak. Azt viszont, hogy a melegfront – a névvel ellentétben – a talaj közelében nem feltétlenül hoz felmelegedést

(ugyanis a felhős, csapadékos időben visszaesik a hőmérséklet), szinte senki sem tudta. Közel 9% azt is írta, hogy a frontok mentén légnomáskülönbségek vannak.

A legtöbb helyes válasz a két nem hulló csapadékfajta: a dér és a harmat jelenségének értelmezésekor érkezett. A 91%-os többség tudta, hogy dér fagypontra alatti hőmérséklet esetén keletkezik. Azt, hogy a harmat a levegőben lévő vízgőz kicsapódása a felszínre, mindössze néhány ember nem tudta elmagyarázni.

A legfurcsább válaszok az ónos eső definiálásakor születtek. Az "öntartalmú, savtartalmú, szmogos esőtől" kezdve "szennyezett felhők" emlegetéséig sok minden előfordult a válaszok között.

Személyes vélemények

A kérdőív kitöltése mellett néhány konkrétan is leírták, mit gondolnak a meteorológiáról. Ezekből a véleményekből idéznék néhányat:

„A tudomány fejlődésével a meteorológia is fejlődött; hiszen míg régen az emberek csak saját szemük által látott dolgokból következtettek, és leginkább emlékeikre hagyatkoztak, a mai tudomány lehetővé teszi a komolyabb megfigyeléseket és az összefüggések értelmezését. Szerintem az egyetlen műsor a TV-ben amit mindenki szívesen megnéz, az az időjárásjelentés, szóval igen nagy kultusznak örvend észrevétlenül is.” (Csaba, villamosmérnök)

„Tömény matematika és grafikon-elemzés a tenyértárlás pontosságával.” (Anna, mérnök)

„A meteorológia olyan tudomány, amely kicsit sántít, mert sokszor

inkább találgatáshoz hasonlít, mint komoly tudományágra. Érthető valamennyire, hogy rengeteg olyan körülmény módosíthatja (és sokszor módosítja is) az adatokkal, mérésekkel alátámasztott várható időjárást, amikkel előre számolni, az előrejelzésbe bevenni nem lehet. Csak azt nem értem, akkor mire ez a nagy magabiztosság. Értem, hogy nem fér bele az a jelentésbe, hogy „szerintem ilyen idő lesz”, de hát mégis, úgy mondják, mintha megkérdőjelezhetetlen matematikai axióma lenne. Mindezek ellenére egyértelmű, hogy (még így is) van létjogosultsága a meteorológiának.” (Zsolt, pszichológus)

„Szerintem igen becsülendők azok az eredmények, amelyeket elérnek előrejelzéseikben. Ha a tartózkodási helyem szerinti szinten nézem az előrejelzéseket az internetes fórumaikon, akkor 1,3 nap biztonsággal számítani lehet, hogy tényleg úgy is fog történni. Mostanában az is előfordult velem, hogy majdnem óra pontosan sikerült kiderítenem (előrejelzésekből), mikor érkezik az eső, és tényleg akkor esett.” (Ferenc, informatikus)

Következtetések

Örömmel láttam, hogy a meteorológiának egyre nagyobb szerepe van, és az emberek többségét egyre jobban kezdi foglalkoztatni az időjárás jelenségek fizikai hátterének megismerése, és egyre kevesebben hagyatkoznak a népszokásokra és helyi mendemondákra.

Úgy gondolom, a kérdőív kiértékelése után még fontosabbak számomra a híres Nobel-díjas fizikus,

Richard Feynman következő szavai: „A mi korunkban az ember átélheti azt az örömet, és részesülhet abban a semmihez sem hasonlítható élvezetben, hogy kitalálja, hogyan fog viselkedni a természet egy eddig még sosem vizsgált, új helyzetben.” Ugyanakkor meteorológus-jelöltként azon is elgondolkodhattam, hogy a természettudomány az egyetlen, ahol az elmélet és a gyakorlat közötti kapcsolat megértése és átlátása a legfontosabb. Talán ezért is olyan nehéz elsajátítani ezt a fajta gondolkodásmódot. Életünk folyamán – meglátásom szerint – két szemlélet határozza meg cselekedeteinket. A megfigyelések és kísérletek birodalmában tudjuk csak értelmezni a technika vívmányait és végezni természettudósként mindennapi munkánkat, ugyanakkor hiedelmek, eddig nem bizonyított elméletek, filozófiai bölcseszépek és szigorú szabályokkal nem definiálható jelenségek is hozzátartoznak világhozunkhoz. Látszólag ellentétes a két szemlélet, de ezzel kapcsolatban nagyon emlékeztető számomra Gyarmati István professzor, a nem-egyensúlyi termodinamika ismert kutatójának következő megfogalmazása: „A természettudományos és a humán kultúra egységének megértéséhez – ami az igazi kulturáltságot jelenti – a természettudományokkal foglalkozóknak van potenciális előnye.” A fenti munka elvégzésekor ez a mottó lebegett szemem előtt.

Kurunczi Rita
IV. éves meteorológus

OLVASTUK...

Bővül az USA csapadékmérő hálózata

Noha a radarok felbecsülhetetlen értékű és mennyiségű adatot szolgáltatnak a csapadékhullásról, ezek pontossága tovább növelhető a földfelszíni megfigyelésekkel. Ennek érdekében szerte az Egyesült Államokban tovább bővítik az önkéntes csapadékmérő állomások számát. A cél az, hogy 15 km²-enként legyen egy állomás. (Kb. ugyanekkora a jelenlegi állomássűrűség Magyarországon.)

A program 1998-ban a Colorado-i Állami Egyetemen indult, egy évvel a Fort Collins környékét sújtó hatalmas árvíz után. A NOAA és más támogatók segítségével az USA 29 államában mostanra 6500-ra nőtt az állomások száma.

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

Rendezvényeink 2008. április 1–június 30 között

Előadó ülések, rendezvények:

Május 15.

a Magyar Meteorológiai Társaság Közgyűlése.

- A Közgyűlés megnyitása
- A határozatképesség megállapítása, a Közgyűlés elhatalasítása
Előadás:
- **Dr. Károssy Csaba:** A Kárpát-medence dinamikus éghajlati modellje Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek alapján (Az időjárás harmóniája és diszharmóniája)
- A Közgyűlés újbóli megnyitása
- Tagfelvétel (Felvett tagok: Dobosi Erzsébet, Cséplő Anikó, Holicska Szilvia, Horváth Gabriella, Kiss Gergő, Klaibán Sándor, Kolláth Kornél, Kullmann László, Lábó Eszter, Mikó Róbert Nándor, Pap Zsófia, Rajnai Márk, Steib Roland, Szabó László, Szigetiné Erdei Anna, Török László, Wantuch Ferenc)
- 2007. évi Közhasznúsági jelentés (A Közhasznúsági jelentés teljes terjedelemben megtalálható ebben a számban)
 - Főtitkári beszámoló
 - Az Ellenőrző Bizottság jelentése
- Vita
- Alapszabály módosítás
- A 2007. évi társasági díjak átadása
- A Közgyűlés bezárása

Április 1.

A Magyar Meteorológiai Társaság és a Magyar Hidrológiai Társaság közös rendezvénye az MTA Dísztermében *REJTŐ JENŐ a ponyva klasszikusa, mint METEOROLÓGUS ÉS HIDROLÓGUS* címmel.

Április 17.

Az MMT Szegedi Csoportjának rendezvénye

Koppány György: Meteorológiai mezők felbontása természetes ortogonális összetevőkre

Május 13.

Az MMT Szombathelyi Csoportjának elnöke sajtótájékoztatót tartott a soron következő feladatokról.

Május 16.

Az MMT Szombathelyi Csoportjának rendezvénye

Dr. Makra László: Magyarországi városok és megyék objektív analízise és rangsora környezeti és társadalmi tényezők alapján.

Május 22.

A Magyar Meteorológiai Társaság Nap- és Széleenergia Szakosztálya és az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsága Léggöri Erőforrás Munkabizottsága közös rendezvénye. A rendezvényen a következő előadások hangzottak el:

Weidinger Tamás - Gyöngyösi András Zénó - Bánfalvi Károly (ELTE): A széleenergetikai becslések módszertana numerikus modellszámítások és meteorológiai mérések alapján.

Pálosi Dániel (Kaposvári Egyetem): A széleenergia alkalmazásának gazdasági vizsgálata.

Június 12.

Az MMT Agro- és Biometeorológiai Szakosztályának rendezvénye

Előadások:

Gulyás Ágnes - Kántor Noémi - Unger János: Különböző léptékű humán bioklimatológiai vizsgálatok

Kántor Noémi - Gulyás Ágnes - Unger János: Városi humán komfort objektív és szubjektív megközelítésben

Lakatos László - Szegedi Sándor: Bioklimatológiai vizsgálatok Debrecenben

Németh Ákos: Bioklímaindexek alkalmazása a turisztikai klimatológiai kutatásokban

Június 19.

Reményi Károly és Gróf Gyula: A főbűnös CO₂ perújrafelvétele

A 2007. évi TÁRSASÁGI DÍJAKKAL kitüntetettek névsora

STEINER LAJOS EMLÉKÉREM
Horányi András



SZAKIRODALMI NÍVÓDÍJ
Fejesné Sándor Valéria és Wantuch Ferenc:
Repülésmeteorológia



RÓNA ZSIGMOND ALAPÍTVÁNY
2007. ÉVI KAMATAI
Bíróné Kircsi Andrea



BERÉNYI DÉNES EMLÉKDÍJ
Dunkel Zoltán

Közhasznúsági jelentés a Magyar Meteorológiai Társaság 2007. évi tevékenységéről

Társaságunk a közhasznú szervezetekről szóló 1997. évi CLVI. törvény előírása szerint kérte a Fővárosi Bíróságtól nyilvántartásba vételét a közhasznú szervezetek közé. Az eljárás a Pk. 60. 443 ügyiratszámom befejeződött és Társaságunkat 1999. február 16.-án bejegyezték a közhasznú egyesületek közé.

Az MMT hatályos Alapszabálya értelmében az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:

- tudományos tevékenység, kutatás;
- nevelés, oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés;
- kulturális örökség megóvása;
- környezetvédelem;
- euroatlanti integráció elősegítése.

A hatályos jogszabályok előírásai szerint a közhasznúsági jelentést az alábbiakban részletezzük:

1. Költségvetési támogatás felhasználása

Közvetlenül az állami költségvetésből támogatást nem kaptunk.

1.1 Egyéb támogatás

NCA pályázat működésre 300e Ft.

1.2 Kapott közhasznú támogatások kimutatása:

Országos Meteorológiai Szolgálat jogi tagdíja 750e Ft, a Honvédelmi Minisztérium jogi tagdíja 300e Ft, egyéb jogi tagdíjak 630e Ft.

2. A vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatás:

Társaságunk mérleg szerinti vagyona 2006-ban 8.245e Ft volt. A 2007-es évet 1.202e Ft negatív eredménnyel zártuk, ezért vagyonunk jelentősen lecsökkent. Állampapírokban 5.101e Ft-ot, bankszámlán 1.209e Ft-ot, illetve készpénzben 25e Ft-ot tartottunk 2007 év végén. Tárgyi eszközállományunk nem változott, új beszerzés csak kísértekü tárgyi eszköz volt. Figyelembe véve az éves rendes értékcsökkenési leírást, a tárgyi eszközök nettó értéke 1e Ft. 2007 évben két szoftver beszerzés volt 48e Ft értékben.

3. Cél szerinti juttatások kimutatása:

2007 évben díjakra és könyvutalványokra költöttünk 170e Ft-ot.

4. Vezető tisztségviselőknél nyújtott juttatások:

Vezető tisztségviselőink nemcsak névlegesen, hanem ténylegesen társadalmi munkában látják el önként vállalt feladatukat, amelyért a beszámolási időszakban semmilyen juttatásban nem részesültek, még költségtérítésben sem.

5. Szakmai tevékenységünket a főtítkári beszámoló tartalmazza

Társaságunk működésének 83. évében folytatódtak az előző évben megkezdett kedvező folyamatok, biztató új

kezdeményezések is születtek, de sajnálatos módon – a legkörülméletesebb gazdálkodás ellenére – tovább csökkent a vagyonunk.

Összesen 8 egyéni előadást szerveztünk, de emellett további 8 alkalommal voltunk nyilvános szakmai ankétok, konferenciák rendezői vagy társszervezői. A rendezvényeken legtöbbször az Országos Meteorológiai Szolgálat, az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsága és a Debreceni Egyetem voltak partnereink. Előadóként és résztvevőként sikerült bevonnunk tagtársainkon kívül más tudományterületek szakembereit is, így pl. fizikusokat, mérnököket, mezőgazdászokat, közigazdászokat és egészségügyi szakértőket.

Hagyományosan megemlékeztünk a Meteorológiai Világnapról, melynek 2007. évi témája „A sarkvidékek meteorológiája” volt. Az OMSZ Dísztermében a rendezvény szakmai előadását *Mika János* tagtársunk tartotta.

A májusi közgyűlésen megvitattuk a pénzügyi és a főtítkári beszámolót, valamint elfogadtuk a közhasznúsági jelentést is. Szokás szerint szakmai kitüntetéseinket: a Steiner Lajos Emlékérmét, a Szakirodalmi Nívódíjat, a Berényi Dénes Emlékplapot és a Róna Zsigmond Alapítvány kamatait is ekkor adtuk át.

Nem csak a meteorológus közösség, hanem a nemzetközi közvélemény számára is kiemelkedő, és hosszú ideig emlegetett esemény volt a Nemzetközi Éghajlatváltozási Kormányközi Testület, az IPCC Negyedik Értékelő Jelentésének (AR4) közzététele. A minden eddiginél konkrétabb megfogalmazásokat tartalmazó jelentés fontosságát és lehetséges kihatásait az OMSZ-szel közösen tartott rendezvényen elemeztük. Itt *Mika János*, *Szalai Sándor* és *Kis-Kovács Gábor* tagtársaink voltak a felkért előadók.

Az MTA Légköri Erőforrások Munkabizottsággal és a Magyar Széleenergiái Társasággal közösen szerveztük a „Megújuló erőforrások” című konferenciát, ahol több külső előadó is szerepet kapott.

Az OMSZ Dísztermében köszöntötte a magyar szakmai és tudományos közélet tiszteleti tagunkat, *Czelnai Rudolfot* 75. születésnapja alkalmából. Ezen akadémikus-társai, *Bozó László*, *Láng István*, *Major György*, *Mészáros Ernő*, *Rácz Zoltán* mellett *Dunkel Zoltán*, *Tóth Pál* és *Weidinger Tamás* tagtársaink is előadást tartottak.

A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centrumának új konferenciatermében tartották azt az ünnepséget, amelyen tiszteletbeli elnökünket, *Szász Gábor* professzor urat köszöntötték 80. születésnapja alkalmából. Társaságunk nevében *Major György*, *Antal Emánuel*, *Ambrózy Pál*, *Pusztainé Holczer Magdolna* és *Gyuró György* adott át jelképes ajándékot az ünnepeltnek. A rendezvényen szakmai előadást is tartott *Major György* és *Antal Emánuel*.

A késő őszi időszakban került sor Debreceni Területi Csoportunk és a Debreceni Egyetem közös rendezvényére a Magyar Tudomány Napja alkalmából „Kutatási irányzatok napjaink hazai meteorológiájában” címmel.

Az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsággal közösen szervezett 33. Meteorológiai Tudományos Napok programjában ezúttal „A levegőkörnyezet állapota: ökológiai kölcsönhatások és egészségügyi kockázatok” témaköre szerepelt.

Társaságunk évzáró ülésén tiszteletbeli elnökünk, *Szász Gábor* professzor úr tartott előadást „Élet a MTESZ égisze alatt” címmel. Az előadás apropója a fennállásának 60. évfordulójára készülő MTESZ tevékenységének áttekintése volt. Emellett az ülésen szokás szerint megemlékeztünk nagy elődeink, szakmánk híres nagyjainak munkásságáról. A kerek évfordulókhoz kötődő beszámolót *Mezősi Miklós* tagtársunk állította össze és mondta el. Szakmai, kulturális örökségünk megóvásának keretében az év során – az OMSZ anyagi támogatásával – felújításra került *Marczell György* és családja, így ezzel együtt *Berkes Zoltán* sírmeleke. A felújítás és a síravatáskor tartott megemlékezés *Varga Miklós* szorgos közreműködésével történt.

Az előbb felsorolt rendezvények mellett két olyan konferenciának is felelős szervezői voltunk, amelyen egy-egy tagtársunk volt egy konferenciasorozat magyarországi házigazdája.

Évek óta visszatérő témája a főtítkári beszámolóknak a szakosztályok és a területi csoportok aktivitásának visszaesése. Ezen a területen igen kedvező folyamat kezdődött el, amelynek folytatása a következő évben is megfigyelhető lesz. Elnökünk kezdeményezésére és hathatós közreműködésével a beszámolási évben három szakosztályunk (a Nap- és Szélerenergia, a Repülésmeteorológiai Szakosztály és a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör), valamint a Debreceni Területi Csoportunk új vezetőséget választott, és felújította tevékenységét. Bizakodva figyeljük a többi szakosztály és területi csoport aktivitásának éledését is.

Nagyrendezvényünk a beszámolási időszakban nem volt, viszont megkezdtük a XXXII. Vándorgyűlés szervezésének előkészítését. A helyszín Pécs lesz, és ottani területi csoportunk vállalta a rendezői feladatokat.

Az egyesületi élet szempontjából megnyugtató, hogy folytatódott a tagtoborzó tevékenység, és továbbra is igen fontos számunkra két jogi személyiségű tagunk, az OMSZ és a Magyar Honvédség Meteorológiai (új nevén Geoinformatikai) Szolgálatának anyagi és erkölcsi támogatása. Ugyanakkor hiába vállaltuk két kisebb rendezvény anyagi lebonyolítását, mérlegünk ebben az évben is növekedő hiányt mutat. Még szélesebb körben és még nyomatékosabban kellene ismertetni tagtársainkkal azt a lehetőséget, hogy Társaságunkat vegyék igénybe változó helyszíneken szervezett rendezvénysorozatok magyarországi fordulójának lebonyolítását. Ezzel sok adminisztratív nehézségtől mentesíthetnék magukat, és szerény mértékben anyagi hasznot is hoznának Társaságunknak.

Az immár 50 éves Légek című folyóiratot továbbra is ingyenes ellátmányként tudjuk eljuttatni tagtársainkhoz. Ebben nagy segítséget jelentenek intézményi összekötőink az OMSZ-nél és az ELTE-n. A jelenleg egyetlen magyar nyelvű szakmai folyóirat főszerkesztői munkájáért köszönetünket fejezzük ki *Ambrózy Pálnak*.

Külső kapcsolatainkról. A MTESZ új vezetése mindent megtesz azért, hogy a szervezet kilábaljon az évek óta tartó hullámvölgyből. Továbbra is fenntartjuk tagságunkat az Európai Meteorológiai Társaságban.

Társaságunk működésével kapcsolatban szeretném kiemelni ügyvezetőnk, *Pusztai Magdi* értékes munkáját, amellyel rendezvényeinket gondozza, és gazdálkodásunk fölött őrökdi. Köszönöm az egész évi együttműködést.

Öröndetes hír, hogy felterjesztésünk alapján a MTESZ Szövetségi Tanács az év végén MTESZ Emlékéremmel tüntette ki titkárunkat, *Maller Arankát*, aki több évtizede aktív szervezője és közreműködője egyesületi életünknek. Gratulálunk a kitüntetéshez!

Az MMT hatályos Alapszabálya értelmében az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:

- tudományos tevékenység, kutatás;
- nevelés, oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés;
- a kulturális örökség megóvása;
- környezetvédelem;
- és az euroatlanti integráció elősegítése.

A hatályos jogszabályok előírásai szerint a közhasznúsági jelentést az alábbiakban részletezzük. Társaságunk közhasznú szervezetként működik. Ennek jegyében:

- tudományos tevékenységet folytattunk, szakmai rendezvényeket és előadóüléseket szerveztünk;
- nevelési, oktatási, képességfejlesztési munkát végeztünk, előadóüléseken hallgattuk meg fiatal tagtársainkat, és ifjúsági szakosztályunk önképzőkori üléseket szervezett;
- ismeretterjesztő tevékenységet végeztünk a Légek című szakmai folyóirat szerkesztésében és terjesztésében való közreműködéssel;
- szolgáltuk kulturális örökségünk megóvását, ápoltuk elődeink emlékét, az aktuális évfordulók kapcsán megemlékeztünk híres magyar meteorológusok szakmai tevékenységéről, az országos szervezetek előtt kezdeményeztük nagyjaink emlékhelyeinek védetté nyilvánítását; Tudománytörténeti Bizottságunk tagjainak javaslatára tovább bővült az OMSZ Meteorológiai Múzeuma, *Mezősi Miklós* és *Varga Miklós* tagtársunk lelkiismeretesen gondozza a kiállítás anyagát;
- környezetvédelmi tevékenységünk keretében előadóüléseket tartottunk, szakmai ankétokat és konferenciákat szerveztünk;
- az euroatlanti integráció elősegítése keretében kapcsolatban állunk európai társegyesületekkel, akítvan közreműködünk az Európai Meteorológiai Társaság munkájában.

6. Számviteli beszámoló

A szervezet megnevezése: **Magyar Meteorológiai Társaság**
A szervezet címe: **1027 Budapest, Fő u 68.**

KETTŐS KÖNYVVITELT VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK MÉRLEGE 2007. ÉV

A tétel megnevezése	Előző év	Tárgyév
1. A. Befektetett eszközök	16	43
2. I. IMMATERIÁLIS JAVAK	0	42
3. II. TÁRGYI ESZKÖZÖK	16	1
4. III. BEFEKTETETT PÉNZÜGYI ESZKÖZÖK	0	0
5. IV. BEFEKTETETT ESZKÖZÖK ÉRTÉKHELYESBÍTÉSE	0	0
6. B. Forgóeszközök	8.001	6.533
7. I. KÉSZLETEK	0	0
8. II. KÖVETELÉSEK	287	200
9. III. ÉRTÉKPAPÍROK	5.877	5.101
10. IV. PÉNZESZKÖZÖK	1.837	1.232
11. C. Aktív időbeli elhatárolások	526	129
12. ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK) ÖSSZESEN	8.543	6.705
13. D. Saját tőke	6.027	4.826
14. I. INDULÓ TŐKE/EGYZETT TŐKE	1.042	1.042
15. II. TŐKEVÁLTOZÁS/EREDMÉNY	5.647	4.986
16. III. LEKÖTÖTT TARTALÉK	0	0
17. IV. ÉRTÉKELÉSI TARTALÉK	0	0
18. V. TÁRGYÉVI EREDMÉNY ALAPTEVÉKENYSÉGBŐL (KÖZHASZNÚ TEVÉKENYSÉGBŐL)	-662	-1.202
19. VI. TÁRGYÉVI EREDMÉNY VÁLLALKOZÁSI TEVÉKENYSÉGBŐL	0	0
20. E. Céltartalék	0	0
21. F. Kötelezettségek	1.897	1.614
22. I. HOSSZÚ LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	1.224	1.260
23. II. RÖVID LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	673	354
24. G. Passzív időbeli elhatárolások	619	265
25. FORRÁSOK (PASSZÍVÁK) ÖSSZESEN	8.543	6.705

KETTŐS KÖNYVVITELT VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA 2007 ÉV

adatok E-Ft-ban

A tétel megnevezése	Előző év	Tárgyév
1. A. Összes közhasznú tevékenység bevétele	6.548	6.923
2. I. Közhasznú célra, működésre kapott támogatás	1.431	300
3. a) alapítótól	-	-
4. b) központi költségvetésből	-	-
5. c) helyi önkormányzattól	-	-
6. d) egyéb, ebből 1%	1.431	300
7. 2. Pályázati úton elnyert támogatás	400	-
8. 3. Közhasznú tevékenységből származó bevétel	2.408	4.095
9. 4. Tagdíjból származó bevétel (egyéni és jogi)	2.179	2.124
10. 5. Egyéb bevételek	130	404
11. B. Vállalkozási tevékenység bevétele	0	0
12. C. Összes bevétel	6.548	6.923
13. D. Közhasznú tevékenység ek ráfordításai	7.210	8.125
14. 1. Anyagjellegű ráfordítások	92	61
15. 2. Személyi jellegű ráfordítások	3.145	3.697
16. 3. Értéksökkenési leírás	170	46
17. 4. Egyéb ráfordítások	3.733	4.190
18. 5. Pénzügyi műveletek ráfordításai	70	112
19. 6. Rendkívüli ráfordítások	-	19
20. E. Vállalkozási tevékenység ráfordításai	0	0
21. 1. Anyagjellegű ráfordítások	-	-
22. 2. Személyi jellegű ráfordítások	-	-
23. 3. Értéksökkenési leírás	-	-
24. 4. Egyéb ráfordítások	-	-
25. 5. Pénzügyi műveletek ráfordításai	-	-
26. 6. Rendkívüli ráfordítások	-	-
27. F. Összes ráfordítás	7.210	8.125
28. G. Adózás előtti eredmény	-662	-1.202
29. H. Adófizetési kötelezettség	0	0
30. I. Tárgyév vállalkozási eredmény	0	0
31. J. Tárgyév közhasznú eredmény	-662	-1.202

Tájékoztató adatok (E Ft-ban)

MEGNEVEZÉS	ÖSSZEG
A. Személyi jellegű ráfordítások	3.697
1. Bérköltség	2.444
ebből: – megbízási díjak	433
– tiszteletdíjak	0
2. Személyi jellegű egyéb kifizetések	472
3. Bérjárulékok	781
B. A szervezet által nyújtott támogatások	0
ebből: A korm.rend. 16.§(5) bekezdése szerint kötelezettséggént elszámolt és továbbutalt, illetve átadott támogatás	0

A beszámolót Puztainé H. Magdolna bejegyzett mérlegképes könyvelő készítette.

Nyilvántartási száma: PM 168451

A mérleg könyvvizsgálattal nincs alátámasztva.

7. Az Ellenőrző Bizottság jelentése

Az Ellenőrző Bizottság vizsgálatot tartott az MMT Titkárságán. Az ülésen az EB a vizsgált 2007. évről a szokásos évi ellenőrzést a már gazdaságilag lezárt adatok alapján vizsgálta.

A taglétszám 2007. december 31-én 386 fő volt (törölve ill. kilépett vagy meghalt 21 fő). A tagfelvételi kérelmekről a döntés 2008. elejére tolódott.

A bevételi oldalon harmadára csökkent az NCA támogatás, ezt gyakorlatilag ellensúlyozta a 2 kisebb rendezvény szervezéséből eredő bevétel. A kiadási oldalon szinte minden kategóriában adódott kisebb növekedés, ami összegezve legfeljebb az infláció növekedésének megfelelő volt.

A tárgyévi összeredmény 1.202e Ft hiányt mutatott, ami az előző évnek csaknem kétszerese. Így megállapítható, hogy az igen gondos gazdálkodás mellett is a költségvetési hiány növekvő trendje a Társaság pénzügyi tartalékának gyorsuló feléléséhez vezet. (Részletes kimutatás alább.)

Az MMT szakmai tevékenysége az előző évekhez hasonlóan alakult, az Alapszabályban lefektetett elveknek megfelelően.

A központi rendezvényeket és a sikeresen újjászerveződött szakosztályok és területi csoportok keretében végzett tevékenységet a főtákarri beszámoló értékeli.

Az EB a könyvelési bizonylatokat és a leltári nyilvántartást rendben levőnek találta.

Bevételek:	2006 tény	2007 terv	2007 tény	2008 terv
Működés:				
Egyéni tagdíj	439	450	444	450
Jogi tagdíj	1.740	1.300	1.680	1.500
SZJA 1%	374	370	(260)*	300
MTE SZ támogatás	0	0	0	0
NCA tám. Működésre	1.000	1.000	300	500
Mecenatura tám. tagdíjra	0	100	0	100
Kamat	341	300	336	250
Egyéb KH bevétel	371	1.628	365	1.600**
Működés összesen:	4.330	5.148	3.125	4.700
Rendezvény	2.218	2.300	3.798	6.500
Összes bevétel:	6.548	7.448	6.923	11.200

* elhatárolva 2008-ra

** még nincs meg a fedezet

Kiadások:	2006 tény	2007 terv	2007 tény	2008 terv
<i>Működés</i>				
anyag ktg.	75	100	54	100
Posta,telefon	342	450	340	350
pénzügyi, számviteli szolg.	474	520	518	554*
egyéb szolg.ktg.,internet	176	190	200	300
belf.kiküld.	0	0	8	10
Bér	1.865	2.009	2.011	2.172
Bérráulékok	643	666	667	720
könyvtalványok, díjak	212	200	170	200
Repi	31	45	21	45
étk. ktg.tér.	72	120	120	144
BKV bérlet	71	88	74	99
ÉCS	170	40	46	70
MTESZ tagdíj m2	731	750	778	778
bank ktg.	70	70	97	100
Egyebek	217	200	73	73
EMS tagdíj	0	100	93	100
nem visszaig. ÁFA	200	0	156	0
Összes működési ktg.	5.349	5.548	5.516	5.815
Rendezvényi kiadások	1.861	1.900	2.609	5.385
Összes kiadás	7.210	7.448	8.125	11.200
<i>Működési eredmény:</i>	-1.019	-400	-2.391	-1.115
<i>Rendezvényi eredmény:</i>	+ 357	+400	+1.189	+1.115
<i>Tárgyévi összeredmény:</i>	-662	0	-1.202	0

* benne van a 13.havi bér is

8. Jelen közhasznúsági jelentést az MMT 2008. május 15.-i Közgyűlése elfogadta.

Major György sk.
az MMT elnöke

60 éves a MTESZ

1948. június 29-én alakult meg tizennégy, főleg műszaki jellegű egyesület részvételével a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége. E főleg felsőbb irányító szervek kezdeményezésére létrejött „erőszervezet”-nek a korábbi évtizedekben is volt már nyoma, hiszen az 1931-ben rendezett Magyar Országos Mérnök-kongresszus résztvevő egyesületei csaknem mind ott található az alapító MTESZ testületek között.

A Magyar Meteorológiai Társaság 1949-ben jelentette be csatlakozási szándékát a MTESZ-be tömörült egyesületekhez, abból a jól felfogott saját érdekéből, hogy megmaradását biztosíthassa, és létfenntartása a MTESZ-nek nyújtott állami támogatás arányos részéből megoldott lehessen.

A „gyémántjubileumi” ünnepi ülésre 2008. május 8-án a magyar műszaki értelmiség napjához csatlakozóan került sor a MTESZ Kossuth téri székházában. Dr. Gordos Géza elnök ünnepi előadásában méltatta a MTESZ nem mindig felhőtlen eddigi útját, bízva abban, hogy a hazai műszaki és természettudományi értelmiség hangja a jövőben jobb meghallgatásra talál. Ugyancsak ő nyitotta meg a székház földszintjén berendezett „Alkotó magyarok” című kiállítását.

Az ünnepség alkalmából számos kitüntetés átadására került sor, ennek keretében Puzstainé Holczér Magdolna, Társaságunk ügyvezető titkára a MTESZ jubileumi emlékérmét vette át. Kitüntetéséhez gratulálunk!

Ambrózy Pál

KISLEXIKON

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

Folytatás a 6. oldalról.

emisszió-kataszter

Haszpra L.: EMEP - egy európai környezetvédelmi program három évtizede

A légköri szennyezőanyagok kibocsátását térben és időben összegző gyűjtemény.

termohalin cirkuláció

Fodor Z. és Seres A. T.: Az Atlanti-óceán felszíni vízhőmérsékletének...

A tengervíz sótartalmának (szalinitásának) változása miatt bekövetkező, nagytérségű cirkuláció. Oka egyrészt az édesvíz beáramlása a tengerekbe, másrészt a sótartalom és ezen keresztül a víz sűrűségének változását kiváltó vízhőmérséklet-változás, azaz hőszállítás.

hozzáférhető potenciális energia

Götz G. és Horányi A.: Edward N. Lorenz (1917-2008)

A légköri hőenergia és helyzeti energia összegét jelentő teljes potenciális energiának az a része, amely természetes körülmények között — a környezettel folytatott hőcserét figyelmen kívül hagyva, azaz adiabatikusan — átalakítható mozgási energiává, azaz az általános légkörzés energiájává. (vö.: Lorenz, E., 1955: Available potential energy and the maintenance of the general circulation. Tellus, 7. évf., 157 - 167. old.)

nemlineáris modell, nemlineáris dinamika

Götz G. és Horányi A.: Edward N. Lorenz (1917-2008)

Olyan légköri modell, amelyben a mozgásokat leíró (dinamikai) egyenletek az ismeretlen függvény vagy függvények szorzatát is tartalmazzák.

ensemble prognosztika

Götz G. és Horányi A.: Edward N. Lorenz (1917-2008)

Adott időpontra vonatkozó többszörös előrejelzés. Az előrejelzések különbözhetnek a kezdeti értékekben, a peremfeltételekben vagy a modellparaméterekben. Mivel ennek elmélete az ún. „lassú sokaság” matematikai vizsgálatára vezethető vissza, ezért szokták sokasági előrejelzésnek is nevezni.

Összeállította: Gyuró György

* * *

2008 TAVASZÁNAK IDŐJÁRÁSA

2008. **márciusa** hasonlóan az előző hónapokhoz az ország területén enyhébb volt a sokévi átlagnál. Az ország nagy részén +1 +1.5 fokos eltérés adódott, helyenként, főként az ország középső sávjában, ettől magasabb értékek is előfordultak (+2, +2.3 fok). A középhegységekben, illetve az északkeleti országrészben volt a legkisebb anomália (0.4–0.5 fok).

Átlagnál hidegebb idő a hónap második dekádjában fordult elő. 26-án az országos átlaghőmérséklet 5 fokkal volt alacsonyabb az ilyenkor szokásostól. Kisebb lehűlés a dekád elején is volt. 6-án kismértékben átlag alatt alakult az országos átlagérték. Március legmelegebb napján, 2-án Nagykanizsán 20.5 °C-os napi maximumhőmérsékletet regisztráltak, ezen a napon ilyen meleget még nem mértek, a délnyugati, nyugati országrészben is 15–20 fokra emelkedett a hőmérő higanyszála. Az ország többi részén 10–15 fok körül alakult a napi maximum értéke, kivételt a hegyvidékek jelentettek.

A napfénytartam értéke március 20-án 11.3 óra volt Egerben, ami szintén országos rekord, mert ezen a napon még ilyen magas értéket nem regisztráltak.

A hónap során 1–22 nap volt fagyos [napi minimumhőmérséklet $\leq 0^\circ\text{C}$] (legkevesebb Budapesten, míg a legtöbb az Északi-középhegységben Zabar településen volt), 0–6 nap volt téli [napi maximumhőmérséklet $\leq 0^\circ\text{C}$] főként a középhegységekben, a legtöbb téli nap Kékestetőn adódott.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 20.5 °C Nagykanizsa március 2.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: -8.8 °C Zabar (Nógrád megye) március 21.

Március országos átlagban, csapadékosabb volt a sokévi átlagnál. A csapadékban legszegényebb területeken (az ország északi része, Észak-Alföld) a szokásos havi összegnél is 0–10%-kal hullott több csapadék, míg a csapadékosabb régiókban (Dunántúl északi részén) a sokévi átlagon felül 30–40% többlet adódott. Az ország nagy részén +20–30%-kal hullott több csapadék. A csapadék alapvetően esőből származott, azonban a hónap közepén kiadós havazás volt főként középhegységeinkben. A havas napok száma 0–14 nap között változott. Az Alföldön, Somogyi dombság területén 0–2 nap, míg a középhegységekben főként 4–8 nap volt havas. A maximumot Kékestetőn mérték 14 nappal. A csapadékos időjárásnak köszönhetően a hónap végén, a talajok felső rétegének vízkészlete az alföldi területek nagy részén a telített állapot 60–70%-ára változott, míg 70–80%-ra a Dunántúlon. A mélyebb rétegek telítettség közeli állapotban voltak.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 97.6 mm Bakonyszücs (Veszprém megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 22.4 mm Nemeskisfalud (Somogy megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 34.8 mm Nagykanizsa

2008. **áprilisa** is hasonlóan az előző hónapokhoz az ország területén enyhébb volt a sokévi átlagnál. Az ország középső és keleti részén +0.5 +1.0 fokos eltérés adódott, míg főként a Dunántúlon, ettől magasabb értékek voltak jellemzőek (+1, +1.5 fok). Az északkeleti országrészben adódott csupán negatív anomália (-0.5–0 fok).

Átlagnál hidegebb idő a hónap mindegyik dekádjában előfordult. 8-án az országos átlaghőmérséklet 3 fokkal volt alacsonyabb az ilyenkor szokásostól. Kisebb lehűlés 17-én és 24 körül is előfordult.

A hónap során 0–15 nap volt fagyos (a legtöbb az Északi-középhegységben Zabar településen volt, a középhegységekben 2–4 nap, míg az ország nagy részén 0–1 nap), 0–1 nap volt nyári [25 °C \leq napi maximumhőmérséklet] főként a déli országrészben 1–1 nap erejéig.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 26.4 °C Baja Csávoly április 21.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: -5.2 °C Zabar (Nógrád megye)

Április csapadékösszege országos átlagban valamivel elmaradt az ilyenkor szokásostól, a normál mennyiségnek 80%-a hullott le. A Dunántúl középső területein a szokásos havi csapadékösszegnek csak 30–70%-a hullott, míg a csapadékosabb régiókban (Tiszántúl, Északi országrész) a sokévi átlagon felül 10–30% többlet adódott. Az északkeleti területeken 90% többletet is regisztráltak. A havas napok száma 0–3 nap között változott, a legtöbb Kékestetőn fordult elő, míg a nyugati országrészben fordult elő 1–1 havas nap a hónap elején.

Az elmúlt hónap során több viharzóna is áthaladt az ország felett, melynek következtében a szellőkés napi maximuma két alkalommal is meghaladta az eddig előfordult legmagasabb napi értéket. Április 4-én 29 m/s (Kab-hegy), míg április 19-én (Szerep) 25.4 m/s-nak adódott a maximum.

Április 22-én megdőlt a napi csapadék maximuma is, Galgagyörkön 55.1 mm-t regisztráltak.

Az átlag alatti csapadéknak köszönhetően a hónap végén, a talajok felső rétegének vízkészlete 30–50%-ra változott a középhegységek kivételével az ország jelentős részén. A Kisalföldön és az ország északi területein 50–70% adódott. A mélyebb rétegek nedvesség szempontjából valamivel kedvezőbb helyzetben voltak. Itt 50–70% volt a jellemző, míg a csapadékosabb keleti területeken 70–90% közötti értékek adódtak.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 95.7 mm Sonkád (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 12.9 mm Zics (Somogy megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 55.1 mm Galgagyörk, (Pest megye) április 22.

2008. **májusa** is hasonlóan az előző hónapokhoz az ország területén melegebb volt a sokévi átlagnál. Az ország keleti és északi részén +0.5 +1.0 fokos eltérés adódott, míg főként a Dunántúlon ennél magasabb értékek voltak jellemzőek (+2, +2.5 fok). Az északkeleti országrészben adódott csupán gyenge (-0.5–0 fok) negatív anomália.

Átlagnál hidegebb idő az időszak elején, és 20. körül fordult elő. 5-én az országos átlaghőmérséklet 2.5 fokkal volt alacsonyabb az ilyenkor szokásostól. Egy újabb lehűlés 19-én és 22 körül is előfordult, amikor is körülbelül 2,5 fokkal átlag alatt alakult a hőmérséklet.

Május legmelegebb napján, 28-án Kecskemét K-pusztán 34.1 °C-os napi maximumhőmérsékletet regisztráltak, a hónap ezen napján ilyen meleget még nem mértek az országban a mérések kezdete óta.

Az ország nagy részén 0–16 nap volt nyári. Minimum Szentléleken 0 nap, míg a maximum érték, 16 nap, Pitvaroson fordult elő. A hónap során 0–4 nap volt hőségnap [30 °C \leq napi maximumhőmérséklet] (a legtöbb Túrkevényen volt 4 nap, azonban az alföldi területeken sok helyen 3 nap adódott, míg az ország északi területein csak 0–1).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: 34.1 °C Kecskemét K-pusztá (Bács-Kiskun megye) május 28.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: -1.4 °C Zabar (Nógrád megye) május 11.

Május csapadékösszege országos átlagban valamivel elmaradt az ilyenkor szokásostól, a normál mennyiségnek 80%-a hullott le. Az országos átlaghoz képest a csapadékban legszegényebb területeken (főként a Dunántúl nyugati részei) a szokásos havi csapadékösszegnek csak 20–50%-a érkezett, míg a csapadékosabb régiókban (Tiszántúl, Északi országrész) 10–50% csapadéktöbblet adódott, azonban lokálisan +100–150%-ot is mértek.

Az átlag alatti csapadéknak köszönhetően a hónap végén, a talajok felső rétegének víztartalma a telítettségi érték 30–50%-a volt a az ország jelentős részén. Az északkeleti, északi országrészben voltak magasabb értékek 60–70%. A mélyebb rétegek nedvesség is hasonlóan alakult.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 126.1 mm Gyula (Békés megye)

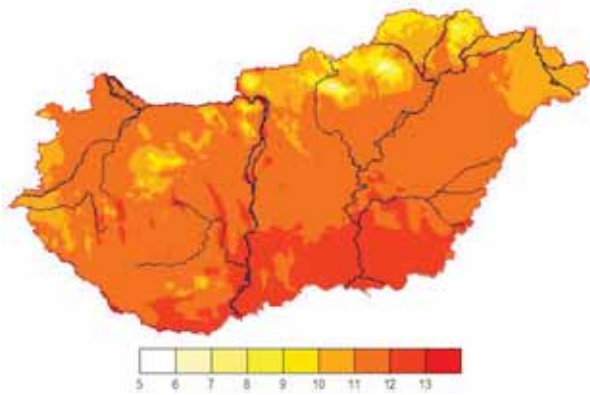
A hónap legkisebb csapadékösszege: 10.5 mm Csörnyeföld (Zala megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 59.2 Bátya (Bács-Kiskun megye)

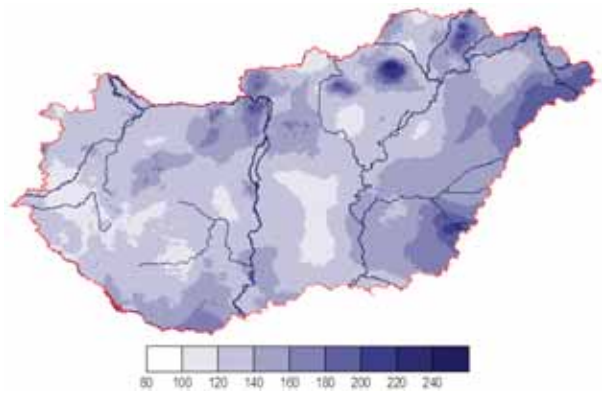
Bella Szabolcs

2008. tavasz

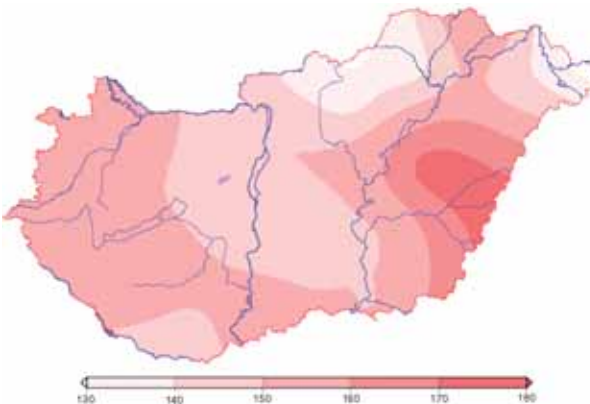
állomások	napsütés (óra)		hőmérséklet (°C)					csapadék (mm)			szél	
	évsz.össz.	eltérés	évsz.közép	eltérés	absz.max.	napja	absz.min	napja	évsz.össz.	átlag%-ában	Imm-napok sz.	viharos napok
Szombathely	598	59	11,0	1,6	32,9	2008.05.28.	-3,0	2008.03.06.	116	80	22	15
Nagykanizsa			11,1	1,0	33,3	2008.05.27.	-4,7	2008.03.26.	130	76	19	9
Győr	630		11,5	1,1	31,4	2008.05.28.	-3,3	2008.03.06.	147	26	19	10
Siófok	582	-3	12,4	1,6	30,3	2008.05.28.	0,0	2008.03.21.	128	96	17	22
Pécs	585	14	12,0	1,4	31,8	2008.05.28.	-2,9	2008.03.26.	155	99	18	15
Budapest	634	85	12,0	1,2	31,2	2008.05.28.	-1,5	2008.03.21.	146	121	20	11
Miskolc	576	47	11,0	1,0	28,5	2008.05.31.	-3,8	2008.03.21.	133	97	24	11
Kékestető	498	-41	5,9	0,8	21,4	2008.05.31.	-7,4	2008.03.26.	195	91	34	25
Szolnok	546	-29	12,4	1,5	31,3	2008.05.31.	-2,9	2008.03.27.	104	84	27	
Szeged	600	44	11,9	0,9	34,0	2008.05.28.	-4,7	2008.03.21.	128	106	19	10
Nyíregyháza			11,2	0,8	30,6	2008.05.31.	-4,3	2008.03.21.	132	109	28	23
Debrecen	612	36	11,7	1,2	29,3	2008.05.31.	-6,7	2008.03.21.	162	121	27	13
Békéscsaba	633	66	12,2	1,4	30,7	2008.05.28.	-3,1	2008.03.21.	227	166	27	7



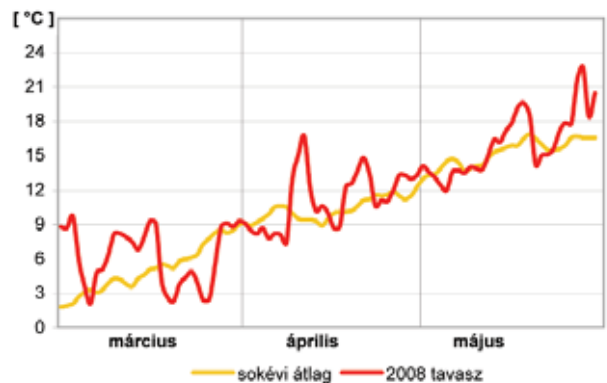
1.ábra: A tavasz középhőmérséklete °C-ban



2.ábra: A tavasz csapadékösszege mm-ben



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



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

VILHELM BJERKNES

(Oslo, 1862. március 14. – Oslo, 1951. április 9.)



V. Bjerknes apja C. A. Bjerknes az Osloi Egyetem tanára volt, aki főleg hidrodinamikai problémákkal foglalkozott. V. Bjerknes mellette kezdte meg tudományos pályafutását. 1890-ben az Osloi Egyetem elvégzése után Németországba ment, ahol Heinrich Hertz német fizikus asszisztense. A kettős rezgőkörök rezonanciájának vizsgálatában elért eredményei hozzájárultak az elektromágneses hullámok természetének megismeréséhez.

1895-ben a Stockholmi Egyetemen kinevezték az alkalmazott mechanika és matematikai fizika professzorává. 1898-ban hozta nyilvánosságra nagyjelentőségű cirkulációs elméletét, és kutatási területét a légkör dinamikájára irányította. 1904-ben elsőként ismerte föl a légkör matematikai modellezésének lehetőségét és elvi alapjait. Munkássága szakmai körökben nagy érdeklődést váltott ki. Előbb Lipcsében, majd Bergenben „iskolát” alapított, amely a szinoptikus meteorológiai és prognosztikai kutatók vezető helye volt. Bergenben írta: *A cirkulációs örvények dinamikája a légkörre, valamint a légköri örvény és hullámok mozgására alkalmazva* c. munkáját (1921).

V. Bjerknest a modern meteorológiai előrejelzés atyjának lehet mondani, akinek a meteorológia tudománya igen sok és értékes eredményt köszönhet.

Varga Miklós