

L É G K Ö R

51. évfolyam

2006. 1. szám



KÉPEK A 2006. ÉVI METEOROLÓGIAI VILÁGNAPRÓL

(cikk a 2. oldalon)



*Dr. Persányi Miklós miniszter a média jelenlétében felavatta
az OMSZ új nagyteljesítményű számítógépét*



*A kitüntetettek (balról-jobbra): Kapovits Albert és Nagy Sándor (Schenzl Guido-díj),
Papp Andor; dr. Tőkei László, dr. Antal Emánuelné (Pro Meteorologia plakett),
Országh Sándor (Kenderes, OMSZ oklevél), dr. Dunkel Zoltán az OMSZ elnöke,
Tóth Gyuláné (Tolcsva, OMSZ oklevél) és dr. Haszpra László (Pro Meteorologia plakett)*

Megjelenik negyedévenként

51. évfolyam
1. szám

Felelős szerkesztő:
Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztőbizottság
elnöke

Szerkesztő bizottság:
Dr. Bartholy Judit
Bihari Zita
Bóna Márta
Dr. Gyuró György
Dr. Haszpra László
Dr. Hunkár Márta
Ihász István
Németh Péter
Dr. Putsai Mária
Tóth Róbert

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Dunkel Zoltán
az OMSZ elnöke

Készült:
Az FHM Kft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:
Modla Lászlóné

Évi előfizetési díja 1380 Ft

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI
SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR
METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

A címlapon: Téli erdő
(Pétervári Tibor felvétele)

Sáhó Ágnes: Meteorológiai Világnap, 2006	2
Dunkel Zoltán: A Meteorológiai Világszervezet (WMO) Főtitkára Budapesten (2006. március 5-7.)	3
OLVASTUK: Új típusú Vaisala-nyomásmérők a Titán légkörében	5
Gyüre Balázs, Jánosi Imre, Szabó K. Gábor, Tél Tamás: Környezeti áramlások: Szemelvények a Kármán Laboratórium kísérleteiből	6
Dombai Ferenc: Adalékok a radarmeteorológia hazai történetéhez: automatizált radarmegfigyelések Magyarországon	13
Kocsis Tímea, Anda Angéla: Keszthely léghőmérséklete a XX. században.....	21
KISLEXIKON	25
Schlanger Vera: A 2005. év időjárása	26
OLVASTUK: „Twister”, „Holnapután” és társai – az időjárási katasztrófafilmek szociológiája	30
Dr. Simon Antal (1932–2006)	31
Kassai Béla (1942–2006)	32
Metzger Béla (1933–2006).....	33
OLVASTUK: Az ESA Miniszteri Tanácsának ülése Berlinben	33
Tóth Róbert: Környezetvédelmi Konferencia Szenegálban	34
Gyuró György: Elhunyt James Holton	38
Unger János: Együttműködési megállapodás az OMSZ és az SZTE között.....	39
OLVASTUK: Médiameteorológus – az egyik leghálátlanabb feladat az USA-ban 2005-ben	39
OLVASTUK: A szivárvány Schrödinger-egyenlete	40
Darwin meteorológiai megfigyelései	40
A hó és a tél művészetének olimpiája	40
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI	41
Ács Ferenc: Michael Hantel átvette az Magyar Meteorológiai Társaság tiszteletbeli tagsági oklevelét.	42
Schlanger Vera: 2005/2006 telének időjárása	43

METEOROLÓGIAI VILÁGNAP, 2006

Az idei Meteorológiai Világnap március 23-i ünnepsége meglehetősen rendhagyónak bizonyult. Az ilyenkor szokásos ünnepi beszédek megtartásán és a miniszteri, valamint elnöki díjak átadásán kívül ugyanis egy szuperszámítógép átadására is sor került és ehhez kapcsolódóan több szakmai beszámoló is elhangzott.

A Világnap témája „*A természeti katasztrófák megelőzése és hatásainak csökkentése*” címet viselte, melyet sajnálatos módon tett hazánkban is aktuálissá napjaink árvízveszélye. Ezt kiemelte *dr. Persányi Miklós* környezetvédelmi és vízügyi miniszter is, aki részt vett az ünnepségen. A miniszter *dr. Dunkel Zoltán* elnök megnyitó szavai után köszöntötte a megjelenteket. Elmondta, hogy több szakma együttműködésére van szükség a jelenségek megfelelő értékeléséhez, az intézkedések kidolgozásához és végrehajtásához. Fontosnak tartotta megemlíteni azt a figyelmeztető rendszert, melyet a vízügyi tárca az OMSZ-szal együttműködve léptetett életbe a rendkívüli vízkárok enyhítésére.

Ehhez kapcsolódott egy – a Szolgálat életében – igen jelentős esemény: egy új, nagyteljesítményű, SGI Altix típusú számítógép felavatása. Magyarország jelenleg leggyorsabb számítógépe a rövidtávú időjárás-előrejelzések pontosítását teszi lehetővé. A nagyszámítógépet a miniszter a nemzeti színű szalag átvágásával a gépteremben adta át. Követő-kamera segítségével a díszteremben ülő közönség is részesülhetett az ünnepélyes pillanatokból, miközben *Tölgyesi László*, a Távközlési és Informatikai Főosztály vezetője bemutatta az új berendezés paramétereit, valamint, hogy hol a helye a meteorológia szolgálatában jelenleg használatos számítástechnikai eszközök között, milyen teljesítményre képes, s ezt a képességet hogyan tudjuk kamatoztatni.

Ez után a bemutatás után *dr. Horányi András* a Numerikus Előrejelző Osztály vezetője a számok és képletek világába varázsolta a hallgatóközönséget a numerikus előrejelzés alapjainak, számítástechnikai alkalmazásának bemutatásával.

Az idei világnapon két Schenzl Guidó Díjat és 4 Pro Meteorologia Emlékplakettet adott át *dr. Persányi Miklós* miniszter.

Schenzl Guidó Díjat kapott

Kapovits Albert, nyugállományú igazgató, a magyar meteorológiai hálózat technikai fejlesztéséért, ezen belül a radarhálózat létrehozásáért. Nagy szerepet játszott továbbá a veszély-előrejelző rendszerek távérzékelési eszközeinek hazai meghonosításában.

Nagy Sándor, nyugállományú ezredes, a Magyar Honvédség katonai meteorológiai szolgálatának megszervezéséért, elismertetéséért, bővítéséért. A szakember utánpótlásban és -képzésben is jelentős szervező munkát végzett, a szolgálat működésének új alapokra helyezése mellett.

Pro Meteorologia Emlékplakettet kapott

Dr. Antal Emánuelné, aki ma is az IDŐJÁRÁS c. nemzetközi folyóirat igényes és szakszerű szerkesztési munkáit végzi. Korábban a Központi Léggérfizikai Intézet szerteágazó hazai és nemzetközi vonatkozású programjainak magas színvonalú szervezését és lebonyolítását köszönhatték neki.

Dr. Haszpra László, a magyarországi felszíni és magas mérőtoronyos szén-dioxid mérések beindításáért és nemzetközi színvonalú működtetéséért. Munkatársunk jelentős és gazdag kutatási, oktatói, publikációs tevékenységet végez.

Papp Andor, aki a katonai meteorológia oktatásában aktív közreműködő volt, többek között ő indította be a honvéd meteorológiai tanfolyamokat, s szerelte fel korszerű radarrendszerrel a katonai repülőtereket.

Dr. Tőkei László, aki mind a mai napig sokat tesz a meteorológia tudományának kertész körökben való népszerűsítéséért, hosszú évek óta eredményesen oktat agrometeorológiát és több színvonalas agrometeorológiai tárgyú jegyzet összeállítása kötődik a nevéhez.

Az OMSZ Tudományos Tanácsa a 2006. évi Nívódíját **Dr. Horváth Lászlónak**, az Agricultural and Forest Meteorology múlt évi 130. számában megjelent, *Asztalos Máriával*, *Führer Ernővel*, *Mészáros Róberttel* és *Weidinger Tamással* közösen publikált cikkéért; valamint **Dr. Horányi Andrásnak**, az Időjárás 109. évfolyamának 4. számában, *Steluca Vasiliuval* közösen publikált cikkéért ítélte és adta át az OMSZ elnöke ezen ünnepélyes kezek között.

Mint minden évben, idén is megemlékeztünk legrégebben szolgáló társadalmi észlelőinkről.

Dr. Dunkel Zoltán oklevelet és szerény pénzjutalmat adott át **Tóth Gyulánénak** – Tolcsváról és **Ország Sándornak** – Kenderesről.

Marosi Mária rádi és **Pétervári Józsefné** nagylóci észlelőink jutalmukat utólag fogják megkapni, munkatársunk személyesen fogja elvinni nekik, ők ugyanis idős koruk, fizikai állapotuk miatt nem mertek vállalkozni a hosszú útra.

Az ünnepély igazi csattanójának számított **dr. Horváth Ákos** siófoki munkatársunk színvonalas, mindenki számára érthető és élvezhető, figyelemfelkeltő képanyagban bővelkedő előadása, mely szintén a katasztrófa-helyzetekkel, s azok előrejelezhetőségével, beválási arányaival foglalkozott.

A Világnap természetesen a szokásos állófogadással zárult, ahol a díszes asztalokról válogatva beszélgethettek egymással az ünnepltek és az ünneplők, házigazdák és vendégek.

Sághó Ágnes

A METEOROLÓGIAI VILÁGSZERVEZET (WMO) FŐTITKÁRA BUDAPESTEN

(2006. március 5-7.)

Egy havas vasárnap estén, március 5-én megérkezett Budapestre *Michel Jarraud* a WMO ötödik, 2003-ban megválasztott főtitkára. Egyedül érkezett, kis csomaggal. A főtitkár a Gellért hotelben szállt meg. Látogatása nem kötődött semmi rendkívüli eseményhez, egyszerű „főnöki” vizit volt, amire az OMSZ elnökének meghívására került sor. Egy ilyen magas szintű látogatás egyszerre ünnep is és megmérettetés. A szervezet, a szakma ilyenkor igyekszik legjobb színében mutatkozni. A Világszervezetnek 187 tagja van, s tudatában vagyunk annak, hogy a főtitkárnak nem ez az első, s nem is az utolsó látogatása nemzeti meteorológiai intézetnél. Arra a kérdésre, hogy tetszettünk-e vagy se, pontos választ nyilván sose fogunk kapni. Ha közvetlenül tesszük fel a kérdést, a Főtitkár, tapasztalt és rutinos diplomataként, valószínűleg olyan udvarias választ ad, amivel nem sérti meg a házigazdát, de az igazi benyomásáról valószínűleg nem kapunk képet. Ezért ezt a kérdést fel se tettük: a látogatás értékelése nélkül csak a tények ismertetésére szorítkozunk.

Március 6-án, hétfőn, először az OMSZ elnöki irodájában köszöntötte a főtitkárt a Szolgálat elnöke, elnökhelyettesei és az NSO vezetője. A rövid, kötetlen beszélgetés során kiderült, hogy *Michel Jarraud* gyakorló szinoptikusként kezdte pályafutását majd az ECMWF-nél dolgozott. Ez már a negyedik látogatása Budapesten. A bevezető beszélgetés és kávézás után (ahol vendégünk azt is bevallotta, hogy bármikor kapható egy kávéra) került sor a Szolgálat „hivatalos” bemutatkozására, tágabb körben, amin már az osztályvezetők is részt vettek. Az

intézeti tanácssteremben tartott bemutatón öt előadás hangzott el:

Dunkel Zoltán: A few words about the Hungarian Meteorological Service;

Bozó László: Observation System, GAW and related activities;

Buránszkiné Sallai Márta: Weather Forecasting at the Hungarian Meteorological Service;

Horányi András: Numerical Weather Prediction related activities at Hungarian Meteorological Service;

Mika János – Dobi Ildikó: Climate Analysis and Services.

Az előadásokat követően a második emeleti szinoptikus munkateremben *Bonta Imre* ismertette a magyar előrejelzési gyakorlatot. A főtitkárt, mint volt előrejelzőt, különösen a verifikálás érdekelte. A bemutató után, körbejárva a teremben sorra kezett rázott a szolgálatos kollégákkal. A Főtitkár érdeklődéssel tekintette meg múzeumunk néhány darabját, a lépcsőfordulóban elhelyezett emléktáblákat, s az igazgatók képeit.

Az OMSZ-bemutakozás után került sor a Magyar Meteorológiai Társaság és az OMSZ közös rendezvényére, amelynek keretében a Főtitkár tartott előadást „Meteorology as Model for Cooperation” címmel. Az előadás előtt és után lehetőség volt arra, hogy volt elnökeink, az egyetemek és a magán-meteorológia képviselői, s bárki más érdeklődő is néhány szót váltson vendégünkkel.

A rövid munkaebéd után sűrűsödtek az események. Először a Magyar Tudományos Akadémia főtitkára, *Meskó Attila* fogadta vendégünket, *Czelnai Rudolf* akadémikus, volt WMO főtitkárhelyettes, nyugalmazott OMSZ elnök társaságában. Az akadémia főtitkára örömmel beszélt a földtudományok közös dolgairól, a szükséges veszélyjelző rendszerek kiépítésének fontosságáról. Az MTA épületéből a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium épületébe vitük *Jarraud* urat, ahol *Persányi Miklós* miniszter fogadta őt *Faragó Tibor* EU és Nemzetközi Ügyekért fe-



A képen balról jobbra: Bozó László, Persányi Miklós, Michel Jarraud, Dunkel Zoltán



Városnézés közben

lelős főcsoportfőnökkel. A hivatalos, de kötetlen beszélgetés keretében a meteorológia és az éghajlatváltozás kérdéseiről, valamint a nemzeti meteorológiai szolgálatoknak és a WMO-nak ebben betöltött szerepéről esett szó. A fogadás után a miniszterrel közös sajtótájékoztatóra került sor, ahol több kérdés hangzott el a közelgő Meteorológiai Világnap témájáról, valamint a veszélyjelző rendszerekkel és az éghajlatváltozással kapcsolatban. A sajtótájékoztató részének tekinthetjük, hogy Gyuró György kollégánk, az MMT főtitkára, még egy külön interjút készített a Természet Világa számára. Ez után Kis-Kovács Gábor gyalogos séta keretében megmutatta a budai Várat látogatóknak. Talán rá is fért egy kis lazítás az esti hivatalos vacsora előtt, amelyre az MTA éttermében került sor.

A program másnap az ELTE Meteorológiai Tanszékén folytatódott. A látogatás itt is a főtitkár köszöntésével kezdődött. Ezután a Meteorológiai Tanszék munkatársai mutatkoztak be, amit egy rövid kötetlen beszélgetés követett. Ennek során szó esett a tanszéken folyó kutatásokról és a meteorológusképzés aktuális helyzetéről, a magyarországi felsőoktatás átszervezéséről. A program az egyetem egy impozáns termében folytatódott, ahol a tanszéki kollektíva, az OMSZ

elnöke és két munkatársa mellett mintegy 70 meteorológus szakos hallgató is megjelent. Először Bartholy Judit, a Meteorológiai Tanszék vezetője tartott előadást az ELTE Meteorológiai Tanszék kutatási és oktatási tevékenységéről (*Teaching and Research activity of the Department of Meteorology*), majd Michel Jarraud *Kihívások és lehetőségek a meteorológiai oktatásban* (*Challenges and Opportunities of Education in Meteorology*) című előadását hallhattuk. A főtitkár előadásában hangsúlyozta az interdiszciplináris együttműködés és a nyelvismeret fontosságát, rámutatva a meteorológia nemzetközi szerepére az oktatás terén is. Az előadás után a diákok kérdéseire is válaszolt. Az egyetemen tett látogatás emlékére Tasnádi Péter, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karának oktatási dékánhelyettese, egyben a Meteorológiai Tanszék munkatársa a *Természettudományi Kar Emlékérmét* adta át a WMO főtitkárának. Ezután a tanszék szinoptikus meteorológiai laborjában, szűkebb körben, a tanszék munkatársai, valamint felsőéves hallgatói mutatták be a laborban folyó előrejelzési munkát és készítették rövid távú előrejelzést. A program záró pontjaként néhányan felkísérték a főtitkárt az egyetem épületének tetején lévő teraszra, ahol mege-

kintette a Földrajz- és Földtudományi Intézet műholdvevő berendezését, valamint a budapesti panorámát.

Az egyetemről a Magyar Honvédség Meteorológiai Szolgálatához (MH METSZ) kísértük át a vendéget, akit Mikita János mk. altábornagy a Honvédelmi Minisztérium Honvéd Vezérkar vezérkari főnök helyettese, dr. Gáspár Tibor mk. vezérőrnagy a Magyar Honvédség Összhaderőnemi Logisztikai és Támogató Parancsnokság parancsnoka, illetve Horváth Csaba alezredes az MH Meteorológiai Szolgálat szolgálatfőnöke fogadott.

A látogatás első programjaként az MH METSZ szervezésében kibővített állománygyűlésre került sor a katonameteorológusok képviselőinek részvételével. A főtitkár az állománygyűlés keretében megismerkedett az MH METSZ, illetve a magyar katonai meteorológia történetével, szervezeti felépítésével. Rövid tájékoztatót kapott a szolgálat legfontosabb feladatairól, eszközeiről, jövőbeni terveiről. Majd néhány szóval köszöntötte a jelenlévőket, kiemelte a szakterület nélkülözhetetlen szerepét az élet- és vagyónvédelemben, a természeti katasztrófákra való felkészülésben, azok előrejelzésében és következményeinek felszámolásában. Hangsúlyozta a katonai és a polgári meteorológia nemzeti és nemzetközi együttműködésének jelentőségét.

Nagy érdeklődéssel ismerkedett meg a mobil harctéri meteorológiai állomással (a TACMET-tel), majd rövid látogatást tett a MH METSZ meteorológiai múzeumában. Ezt követően az Előrejelző Osztályon (Katonai Előrejelző Központban) az osztály operatív munkájáról, feladatairól, a készített előrejelzési és egyéb produktumokról, a munkatársak által végzett szoftverfejlesztésekről kapott rövid tájékoztatást. Végezetül megtekintette a NATO Automatizált Meteorológiai Információs Rendszer munkaállomását.

A látogatás zárásaként a főtitkár úr vendéglátóival, valamint az OMSZ

A Világszervezet főtitkárai a szervezet megalakulása óta:

Dr. Gustav Swoboda (Csehszlovákia, Svájc) 1951-1955
 Dr. David Arthur Davies (Egyesült Királyság) 1955-1979
 Dr. Aksel Christofer Wiin Nielsen (Dánia) 1980-1983
 Prof. Godwin Olu Patrick Obasi (Nigéria) 1984-2003
 Mr. Michel Jarraud (Franciaország) 2004-

Főtitkári látogatások Magyarországon:

D.A.Davies:

1961. november 12-17. (MTA és OMI meghívásra)
 1970. április 7-8. (OMSZ, MMT meghívás, centenáriumi ünnepség és Nemzetközi Meteorológiai Szimpózium.)
 1975. november 9-12. (MTA 150 éves, MMT 50 éves, Meteorológiai Tudományos Napok.)
 1976. október 7-12. (RA-VI. rendkívüli ülés, Doctos honoris causa avatás ELTE-n)
 1977. szeptember 5-8. (Baranyai Jégeső-elhárítási Rendszer bemutatása.)

G.O.P.Obasi:

1986. július 8-12. (Kormány meghívására, WMO Hidrológiai Bizottsága 25 éves jubileuma)
 1996. március 10-12. (Csiszár Iván WMO Ifjúsági díj átadása)
 1999. jún. 24-29. (Tudomány világkonferenciája)

M.Jarraud:

2006. március 5-7. (OMSZ meghívás)

elnökével és képviselőjével közösen munkaebéden vett részt, ahol a legfontosabb, legidősebb szakmai kérdések is megvitásra kerültek.

A főtitkári vizit a VITUKI –ban tett látogatással ért véget. A Meteorológiai Világszervezet nemcsak a meteorológusok szervezete, hanem

részben a hidrológusoké is, elsősorban azért is, mivel számos országban hidrometeorológiai szolgálat működik. A WMO nemzeti kapcsolattartásában a „második hely” a Hidrológiai Tanácsadóé. Ebben a minőségében fogadta a főtitkárt *Bakonyi Péter* a VITUKI ügyvezető igazgatójának helyettese, s egy szűk körű szakmai tájékoztató keretében „Introducing VITUKI Environmental Protection and Water Management Research Institute” című előadásban foglalta össze intézete tevékenységét. *Bálint Gábor Bartha Péterrel* és *Varga Györggyel* közösen készített előadásában (The National Hydrological Forecasting Service and other operational hydrological activities at VITUKI) részletesen ismertette a magyar vízjelzés rendszerét. Végül *Domokos Miklós* „The Hungarian National Committee for the International Hydrological Programme of UNESCO and the Operational Hydrological Programme (Hydrology and Water Resources Programme) of WMO” című előadásában számolt be többek között a Duna menti országok vízügyi együttműködéséről.

Dunkel Zoltán

OLVASTUK...

Új típusú Vaisala-nyomásmérők a Titán légkörében

Naprendszerünk égitestjei közül csillagászok szerint nem egy másik bolygó, hanem a gyűrűiről ismert Szaturnusz egyik holdja, a Titán hasonlít leginkább Földünkre. Ezért is kíséri megkülönböztetett figyelem az amerikai, olasz és európai űrkutatási szervezetek által megkezdett programot, amelynek keretében 1997. október 15-én űrhajó indult a Szaturnusz irányába. Az olasz csillagászból, Cassiniról elnevezett űrhajó 2004. július 1-jén lépett a Szaturnusz gravitációs terébe, majd december 25-én útnak indította a Titán felfedezőjéről, a holland Christian

Huygensről elnevezett leszállóegységet a földarcú szaturnuszhold irányába. A műhold 20 nap alatt érte el a Titán légkörét, majd közel 2 és fél óra alatt ereszkedett le a felszínre. A műhold légkörkutató egységét a Finn Meteorológiai Intézet szakemberei fejlesztették ki. A HASI (Huygens Atmosphere Structure Instrument) nevű eszköz mérte a hőmérsékletet, a légnyomást, az elektromos vezetőképességet, a turbulenciát, és kutatott villámok után is. A nyomásmérő eszköz 8 db barocap-típusú, Vaisalagyártmányú nyomásmérőből áll. A légritka térben elhelyezett apró szilíciumszemcsék elektromos kapacitásának változását a külső nyomásváltozás arányában kimutató eszközzel

kapcsolatos kísérletek az 1980-as évek elején kezdődtek a Vaisala laboratóriumaiban. A sikeres kísérletek után éppen 20 évvel ezelőtt kezdődött meg a barocap fantázinevű nyomásmérők gyártása. Az új mérési elv szakít a hagyományos aneroidtechnikával, tulajdonságai pedig sokkal kedvezőbbek: nagyobb a mérési pontosság, kiváló a hőmérséklettűrő képesség, és kisebb a hiszterézis, ezért hosszú távon is rendkívül stabil az eszköz működése. Minden remény megvan rá, hogy a Huygens-expedíció 2008. júniusára tervezett befejezéséig a mérések zavartalanok lesznek.

Vaisala News, 169/2005

Gyuró György

KÖRNYEZETI ÁRAMLÁSOK SZEMELVÉNYEK A KÁRMÁN LABORATÓRIUM KÍSÉRLETEIBŐL*

1. rész: Szabadfelszíni hullámjelenségek és áramló közegek rétegzettségével kapcsolatos jelenségek

Érdekes és látványos bemutatót szervezett 2004. decemberében az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottság Légekördinamikai Munkabizottsága. Először a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kármán Tódor Szélcstartorna Laboratóriumának munkáját ismerhették meg a meghívottak, majd az ELTE Környezeti Áramlások Kármán Laboratóriumát mutatták be a laboratórium munkatársai. A külföldi példák, elsősorban a Cambridge-i Egyetem Geofizikai Folyadékdinamikai Laboratóriumának mintájára létrehozott, oktatással és kutatással egyaránt foglalkozó tudományos műhelyben több olyan demonstrációs kísérlet is megtekinthető, amely valamilyen ismert légköri jelenség analógiáját szolgáltatja. Az elsősorban fizikusokból álló, de meteorológus doktoranduszt is foglalkoztató Kármán Labor munkatársai az elmúlt hónapokban elkészítették Szerkesztőségünk számára a kísérletek leírását, amelyet most Olvasóinkkal is szeretnénk megismertetni. (A szerk.)

Szabadfelszíni hullámjelenségek

Szoliton, cunami

A szoliton sekély vízben előforduló, nagy amplitúdójú, diszperzív, nemlineáris hullám. Egyetlen hullámhegyből álló, rendkívül nagy stabilitású, változatlan formában, sokáig megmaradó alakzat. Laboratóriumi körülmények között is egyszerűen megvalósítható.

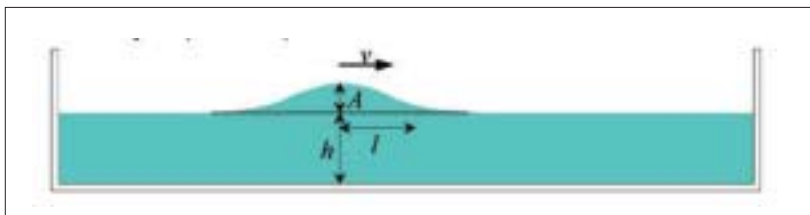
A kísérlet egy átlátszó anyagból készült, hosszú kádban végezhető

el, amelynek szélességét és magasságát néhány deciméternek, hosszúságát néhány méternek célszerű választani. A kád egyik végében egy eltávolítható lap segítségével néhány deciméter hosszúságú rekeszt hozunk létre. A kádat „lépcsősen” töltjük fel, úgy, hogy a rekeszben lévő víz határozottan magasabban álljon, mint a hosszú részbe töltött víz (1. ábra).

jú víz hullámok is. A szoliton nemcsak nagy méretű, hanem sokáig is él, alakját megtartva, egyenletes sebességgel mozog, jól ellenállva a súrlódásnak is. Így ha eleget várunk, a kisebb felszíni hullámok zavaró hatása elenyészik, és a kádban csak a szoliton marad fenn. Hosszú élettartamát, alakjának stabilitását, valamint egyenletes sebességét mi sem mutatja jobban, mint az a tény, hogy



1. ábra: „Lépcsősen” feltöltött kád



2. ábra: A válaszfal eltávolításával elindítunk egy szolitont



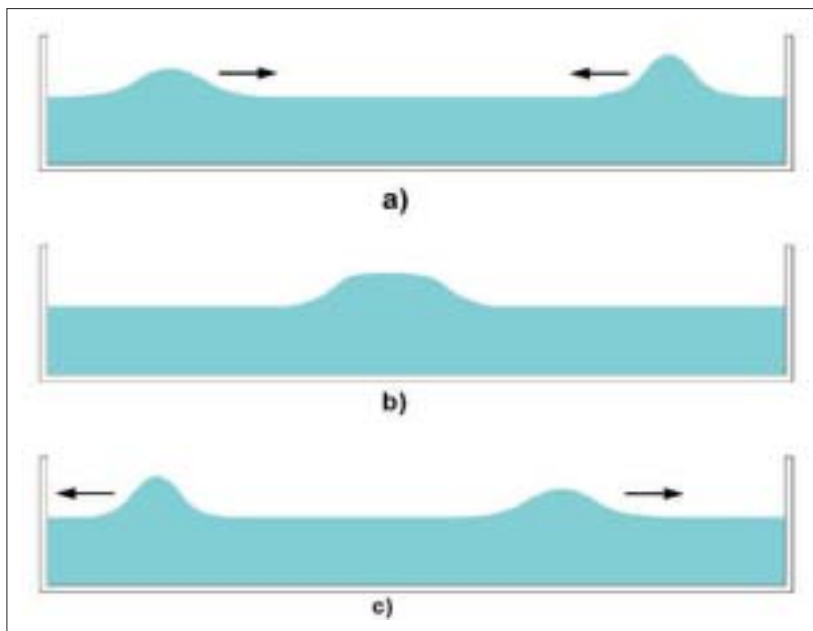
3. ábra: A szoliton (többszöri) ütközés után is megtartja alakját, és változatlan sebességgel halad tovább

Amikor a feltöltéssel járó zavaró mozgások lecsillapodnak, kihúzzuk a válaszfalat, és ezzel egy mozgó vízkitüremkedést indítunk el: egy szolitont hozunk létre (2. ábra). A válaszfal kihúzásakor nemcsak szoliton keletkezik, hanem más, kis amplitúdó-

többszöri oda-vissza vonulása során a kád két végének rendszeresen nekiütközve és onnan visszapattanva is gyakorlatilag változatlanul halad tovább útján (3. ábra).

Ha nem egy, hanem egymást követően két szolitont keltünk, akkor

* A Környezetfizikai laboratóriumi gyakorlatok (szerkesztette Kiss Ádám), ELTE Eötvös Kiadó, 2005 című tankönyv képanyaga alapján.



4. ábra: a) Két szoliton éppen találkozni készül, de még túlságosan távol vannak egymástól ahhoz, hogy érezzék egymás közelségét. b) Miközben áthaladnak egymáson, együttes alakjuk szemmel láthatóan megváltozik. (Ebből arra következtethetünk, hogy az egybeolvadt alakzat a két szoliton nemlineáris szuperpozíciója.) c) A szétválás után ismét az eredeti (találkozás előtti) alakjukban jelennek meg, változatlan sebességgel

megfigyelhetjük, hogyan hatnak egymásra. A két szolitonot indíthatjuk közel egyidejűleg a kád két végéből (azaz egymás felé), vagy a kádnak ugyanabból a végéből, némi időkülönbséggel. Ez utóbbi esetben is (a kádfallal való ütközéseknek köszönhetően) hamar előáll egy olyan helyzet, amikor egymás felé tartanak, találkoznak (eközben furcsán összeolvadnak), majd elválnak, és tovább folytatják útjukat *eredeti* alakjukban, változatlan sebességgel, mintha mi sem történt volna. Mind ezt vázlatosan szemlélteti a 4. ábra.

Levonhatjuk hát a következtetést, hogy a szoliton nemcsak az idő és a súrlódás romboló hatásával szemben tanúsít nagy ellenállást, hanem egy (vagy több) másik szolitonnal való ütközéssel szemben is. (Ez utóbbi, „részcsekszerű” tulajdonsága miatt kapta az elnevezésében szereplő „-on” végződést.)

Egy vagy néhány ilyen erős, stabil óriáshullám a természetben hatalmas pusztítást képes véghezvinni. Példa erre az óceáni földrengéseket vagy az azoknál jóval ritkábban be-

következő óceáni meteor-bechapódásokat kísérő hullám, a japán nevén közismert *cunami*, amelynek sebessége több száz km/h is lehet, a partközeli vizekben megnöve magassága elérheti a több métert, és hatalmas pusztítást okozhat. A 2004. december 26-i Csendes-óceáni földrengés által keltett cunami a nyílt óceánon alig 1 m magas (de több száz km széles) vízszint-emelkedést jelentett. Sebessége az elmélet szerint közelítőleg egyenlő a nehézségi

óra alatt ért el Szumátrától Sri Lan-káig, és fél nap alatt az afrikai partokig. A hullámfront szélessége a vízmélység köbének négyzetgyökével egyenesen, az amplitúdó négyzetgyökével fordítottan arányos. Az így számítható 250 km-es érték szintén összhangban van a megfigyelésekkel. Az ilyen hatalmas cunamik szerencsére nagyon ritkák. Kisebb cunamikat azonban gyakran megfigyelnek: ezeket apróbb földrengések, földcsuszamlások vagy a sarki gleccserekről a tengerbe szakadó jégtáblák keltik.

Áramló közegek rétegzettségével kapcsolatos jelenségek

Áramlási front mozgása

A második kísérletben két, különböző sűrűségű közeg egymásra rétegződését vizsgáljuk. Ennek lényege, hogy egy sűrűbb közeg addig áramlik egy kevésbé sűrű alá (vagy a hígabb réteg a sűrűbb fölé), amíg az egyensúly be nem áll. Célunknak megfelel az előző kísérlethez használt, vagy ahhoz hasonló, hosszú, kis rekessel ellátott kád. A rekeszt most ugyanaddig a magasságig töltjük fel mint a kád hosszú részét, de a kis rekeszbe alkalmasan színezett (pl. sötétkék) folyadék kerül, amely egyúttal sűrűbb (például hidegebb vagy sós víz) a másik részbe töltött „tisztá” víznél (5. ábra).



5. ábra: Átlátszó kísérleti kád kiemelhető válaszfallal, bal rekeszébe sűrűbb folyadékot töltünk

gyorsulás és a vízmélység szorzatának négyzetgyökével. Ez a mintegy 4 km mély tengerben több mint 700 km/óra. A 2004-es cunami a fenti számítással megegyezően valóban 2

A válaszfalat eltávolítva azt látjuk, hogy a két közeg nem szívesen keveredik egymással, hanem a festett víz meglehetősen jól definiált határt tartva „bekúszik” a festetlen



6. ábra: a) Az induló front alakja, közvetlenül a válaszfal eltávolítása után. b) Léggöri hidegfront alakja

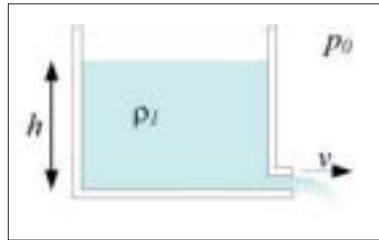
alá, és fordítva. E front kezdeti alakját szemlélteti a 6. ábra.

A kezdeti pillanatok után a sötét nyúlvány egyre távolabbra kúszik a fenéken. A két különböző sűrűségű közeg mozgását a gravitáció irányítja: súlypontjuk a kezdeti egymással azonos magasságban lévő nem-egyensúlyi helyzetükből az egymás alatti stabil egyensúly felé törekednek. Az ilyen áramlatokat *gravitációs áramlatoknak* nevezzük, és a természetben számos példa található rájuk: ilyen a lavina vagy a lávafolyam (ezek esetében maga a levegő képviseli a ritkább közeget), a léggöri hideg- vagy melegfrontok betörése. A jelenséget nem forgatott közegben vizsgáljuk, ezért frontjaink a léggöri frontok kis léptékű viselkedését modellezzik, ahol a Coriolis-erő hatása elhanyagolható.

Felülnézetből látszik, hogy a kád teljes szélességében előrenyomuló folyadék frontvonala nem egyenes, hanem – mintegy önmagát előzgetve – kissé oszcillál. A front azonban sokkal stabilabb annál, mintsem szétessen, és oldalnézetből továbbra is jól követhető a terjedése. Elemi módszerekkel megmérve a sebességét, újabb érdekes dologról szerzünk tudomást: a front jó közelítéssel egyenletes ütemben halad végig a kádon.

Elméletileg a front haladási sebessége $v \approx (2g'h)^{1/2}$, ahol h az elhaladó front mögött kialakuló sű-

rűbb alsó réteg magassága, g' pedig a két folyadék közötti csekély sűrűségkülönbséggel $(\rho_1 - \rho_2)$ arányos *redukált nehézségi gyorsulás* ($g' = g(\rho_1 - \rho_2)/\rho_1$). A haladási sebességet megadó egyenlet alakja ismerős a Torricelli-féle kiömlési törvényből: * hasonlóan függ a redukált nehézségi gyorsulástól, mint ahogy a h magasságú folyadékkal feltöltött edény aljából való kifolyás (7. ábra) sebessége a teljes g -től.



7. ábra: Edény alján lévő szűk nyíláson kiömlő folyadék

A redukált nehézségi gyorsulás egy nagyobb (ρ_1) sűrűségű alsó és egy kisebb (ρ_2) sűrűségű közeg határfelületén kialakuló mozgásoknál játszik fontos szerepet. Mivel a két közeg sűrűsége általában csak kevésbé tér el egymástól, ezért a nevezőben fellépő ρ_1 helyett a két réteg ρ_0 átlagos sűrűségét is használhatjuk.

Gyakori eset, hogy a sűrűségkülönbséget kizárólag az adott közeg változó hőmérséklete hozza létre, a két réteg anyagi minősége egyébként azonos. A hőtágulás ismert törvénye szerint, a térfogatváltozás $\Delta V = \alpha V \Delta T$, ahol α a térfogati hőtágulási együttható, ΔT pedig a hőmérsékletkülönbség. Adott tömeg és kis eltérés esetén ebből következik, hogy a sűrűségek közötti különbség $\rho_1 - \rho_2 = \rho_0 \alpha V \Delta T$. Az α hőtágulási együttható tipikus értéke vízben $0,0002 \text{ K}^{-1}$, levegőben pedig $0,003 \text{ K}^{-1}$. Ez azt jelenti, hogy 10 fokos hőmérsékletkülönbség vízben csupán 2 ezreléknyi, ill. levegőben 3 százaléknyi sűrűségváltozást jelent. A fentieknek megfelelően a redukált nehézségi gyorsulás $g' = \alpha \Delta T g$, ahol ΔT a melegebb és a hidegebb közeg közötti pozitív

hőmérsékletkülönbség. 10°C -nyi hőmérsékletkülönbség vízben 500-szoros, ill. levegőben 30-szoros redukciót okoz a nehézségi gyorsulásban.

A hőmérsékletkülönbség következtében kialakuló front sebessége az előbbieket alapján $v = (2\alpha \Delta T g h)^{1/2}$. A valóságban megfigyelt frontok sebességére ez a kifejezés jó közelítést ad. Egy 6 fokos hőmérsékletkülönbséggel járó hidegfront esetén pl. a sűrűségkülönbség mindössze 2 %-os, a közel 1 km-es magasság miatt $v = 20 \text{ m/s}$.

A fenti elméleti összefüggés arra az idealizált esetre vonatkozik maradéktalanul, ha a folyadékban fellépő belső súrlódástól és a kád falaival való súrlódástól egyaránt eltekintünk, továbbá feltételezzük, hogy a két közeg nem keveredik. A valóságban ezek a feltételek nem teljesülnek teljes mértékben, így a mérések során kapott eredmények némileg eltérhetnek az elméleti számításoktól.

A mozgó front határán sokszor, a 8. ábrán látható, jellegzetes fodrozódás figyelhető meg oldalnézetből. Ez a *Kelvin–Helmholtz-instabilitás** következtében kialakuló áramlás, amely két különböző sűrűségű, egymáshoz képest mozgásban lévő réteg határán lép fel, és a relatív sebességtől függő mértékben meggyűri a határfelületet. (Erre a 9. ábrán mutatunk egy szép természeti példát). Minél nagyobb a rétegek egymáshoz viszonyított sebessége, annál nagyobb az instabilitás jellegzetes hullámhossza, és fordítva.

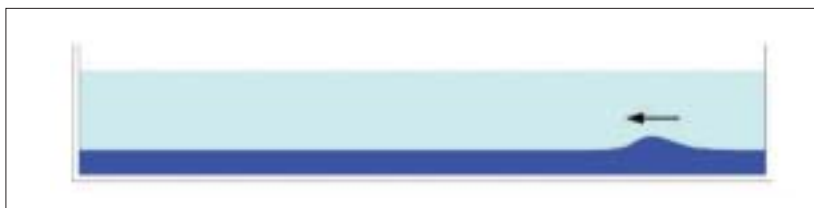
A kísérlet során azt tapasztaljuk, hogy a színek sokáig jól különvál-



8. ábra: A haladó front felső határán a Kelvin–Helmholtz-instabilitás következtében jellegzetes fodrozódás jelenik meg



9. ábra: A felhő alatt és fölött elhelyezkedő levegőrégteg egymáshoz viszonyított mozgásának következtében a határfelületen megjelenik a Kelvin–Helmholtz-instabilitásra utaló fodrozódás. (Mátraalja, 2005. augusztus 6., Nagy Zoltán felvétele)



10. ábra: A kád falával való ütközés után egy belső szoliton indul el visszafelé

nak. Keveredés szinte kizárólag a két réteg határán lévő keskeny sávban történik, még hozzá a Kelvin–Helmholtz-instabilitás örvényeinek hatására. Ez a tapasztalat arra utal, hogy a környezeti áramlásokban a keveredés elsősorban hidrodinamikai okokra vezethető vissza, a molekuláris diffúzió (és hasonlóképpen a hődiffúzió is) nagyon lassú folyamatok, és csak nagy időskálán játszanak lényeges szerepet.

Miután a sűrűbb réteg a kád teljes hosszán végigterült, és a túlsó végének ütközve visszaverődött, egy újfajta alakzat jelenik meg: határozott alakú púp indul meg visszafelé a két közeg határán (10. ábra). A szóban forgó alakzat nem más, mint egy *belső szoliton*. A szabad felszíni és a belső szoliton között lényegi különbség nincs, de az utóbbi sebessége a redukált nehézségi gyorsulás miatt sokkal kisebb.

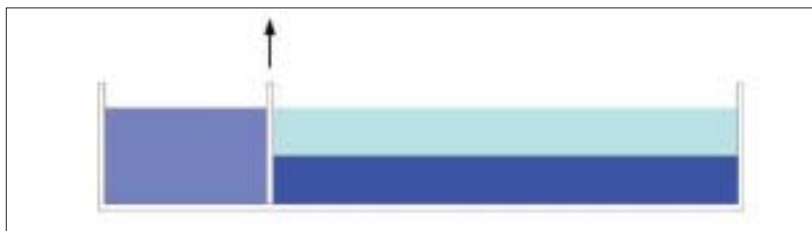
Közbülső front beáramlása

Két egymáson elhelyezkedő réteg határán közbülső frontot állíthatunk

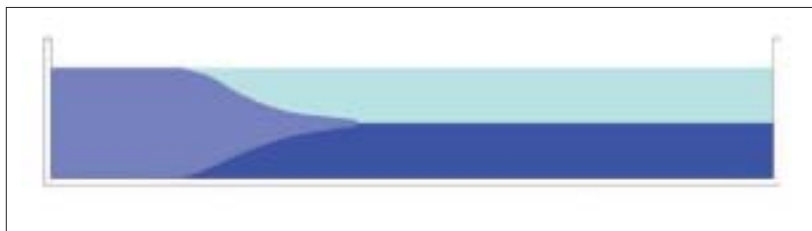
elő. A kád végében válaszfallal leválasztjuk a rekeszbe eső rétegzett vizet, majd jól összekeverjük. Eredményképpen a rekeszben a két réteghez képest köztes sűrűségű folyadékot kapunk (11. ábra). Ezt egyúttal valamilyen új színűre meg is festhetjük a jelenség jó megfigyelhetősége érdekében.

Ezután a szokásos lépés következik: eltávolítjuk a válaszfalat, és figyeljük, mi történik. A köztes sűrűségű folyadék „bekúszik” a nála sűrűbb, ill. ritkább közé (12. ábra). A kísérlet során nem nehéz felismerni a hasonlóságot a légrétegek közé bekúszó felhők alakjával.

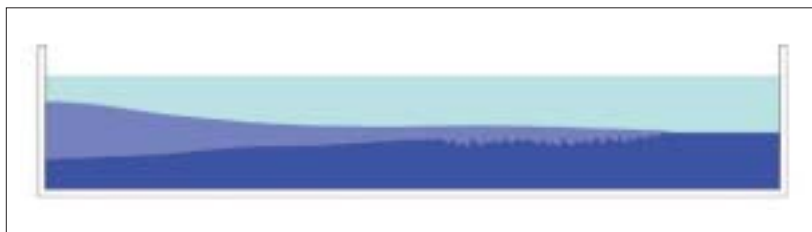
Vannak olyan gyenge frontok, amelyek nem vonulnak végig a kísérleti kádon, hanem útközben lefékeződnek. Jelen kísérletünk éppen egy ilyen folyamatra szolgál példaként. A színes közbülső réteg fokozatosan beékelődik az eredeti két réteg közé, de közben lelassul, egyre vékonyodik, míg végül teljesen lefékeződik. Az eleje ekkorra már



11. ábra: Közbülső front indítása: a bal rekeszben lévő víz a másik két réteghez képest köztes sűrűségű



12. ábra: A köztes sűrűségű folyadék bekúszik a sűrűbb és a ritkább réteg közé



13. ábra: Az elvékonyodott és megállapodott közbülső réteg alján megjelenő ujjasodás



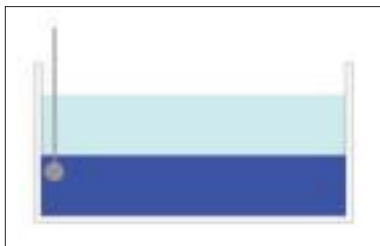
14. ábra: Mammatusz felhők

olyannyira vékonyra nyúlik, hogy feülnézetből szinte nem is látszik, legfeljebb egy leheletnyi színárnyalat utal a jelenlétére. Oldalnézetből egy hajszálvékony, éles csíkot látunk, mely néhány perc után érdekes formát kezd ölteni: kitüremkedések jönnek létre az alsó részén (13. ábra), ujjasodási folyamat indul meg (ld. később). Ez a jelenség is szerepet játszhat a *mammatusz* felhők* kialakulásában (14. ábra).

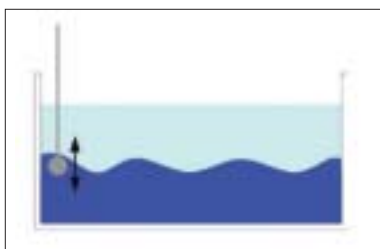
Belső hullámok két közeg határán: a „holt víz”-effektus

Ha a korábban bemutatott kísérletek bármelyikében megbolygatjuk a rétegek közti határfelületet, hullámozás indul meg. Ez a hullámozás azonban csak a szóban forgó határfelületen figyelhető meg, a felszín eközben teljesen mozdulatlanul mutatkozik. Érdekes e furcsa jelenségnek, a *belső hullámoknak* külön figyelmet szentelnünk.

A kísérlethez használt üvegvízába két folyadékréteget töltünk (15. ábra). Ha a 16. ábrán feltüntetett módon zavart keltünk a határfelület közelében, hullámozás indul, de a határfelület továbbra is éles (és stabil) marad: nem keveredik, csupán hullámozik.



15. ábra: Két rétegben feltöltött kád



16. ábra: A henger fel-le mozgásával
belső hullámok keletkeznek, eközben
a felszín mozdulatlan marad

Ez a lassú, lomha hullámozás hosszú ideig tart, a súrlódás nem nagyon fékezi. A hullám fázissebességét a $c = (g'h')^{1/2}$ összefüggés adja meg, ahol g' a korábban megismert redukált nehézségi gyorsulás, h' pedig az alsó réteg h_1 és a felső réteg h_2 vastagságának harmonikus átlaga: $h' = (h_1 h_2) / (h_1 + h_2)$. A redukált nehézségi gyorsulás (g') korábban megadott definíciójából látszik, hogy értéke egyenesen arányos a két réteg sűrűségkülönbségével, ezért sűrűségkülönbség hiányában $g' = 0$, és így $c = 0$, vagyis rétegzettség hiányában belső hullámok sem jöhetnek létre. Mivel a természetes vizekben néhány ezrelékes sűrűségkülönbség a tipikus, a belső hullámok mintegy 30-szor lassabbak a külső, felszíni társaiknál. Fontos hangsúlyozni, hogy a

belső hullámozást kísérő felszíni mozgás általában elhanyagolható amplitúdójú.

A természetben gyakran találunk belső hullámok jelenlétére utaló példákat. Az óceánban és az atmoszférában is aktív mozgások mehetnek végbe a látszólagos nyugalom ellenére. Előfordul, hogy egy tengeren haladó hajó hirtelen lelassul, mintha megfeneklett volna, annak ellenére, hogy alatta a víz nagyon mély, az időjárás tiszta, a tenger felszíne pedig nyugodt. Angolul „*dead water*” („*holt víz*”) hatásnak nevezik ezt a jelenséget.

A 17. ábra segít a jelenség megértésében: a tenger felszínén, pl. folyótorkolatok közelében egy sekély, viszonylag kis sűrűségű víztömeg helyezkedik el, amely az alatta lévő, sűrűbb sós víztől éles határfelülettel különül el. Ha ebben a felső rétegben egy hajó halad, akkor teljesítményének egy bizonyos részét arra fordítja, hogy az említett határfelületen belső hullámokat keltsen. Ezt a teljesítményvesztést észlelik fékező hatásként a hajón utazók.

Az ilyen hullámok valóban nemigen látszanak a víz felszínén, valami azonban mégis utal rájuk: rövid kapilláris hullámok jelenléte jelzi egy-egy belső hullámhegy helyét. Mindez, ha közelebről nem is, de a magasból, például repülőgépről nyomon követhető.

Az atmoszférában is fellépnek aktív mozgások az eltérő sűrűségű légrétegek között. Az ezek által keltett belső hullámozásra utal a 18. ábrán látható csíkos felhőmintázat, ilyeneket repülőgépről különösen



17. ábra: „Holt víz” hatás. A hajó belső hullámokat kelt a határfelületen,
ezáltal lefékeződik

jól megfigyelhetünk. A belső hullámzás következtében az eredetileg vízszintes légréteg egyes részei magasabbra kerülnek, ahol az alacsonyabb hőmérséklet hatására a vízpára kicsapódik. A felülnézetből látható csíkok tulajdonképpen a hullámhegyek tetejének felelnek

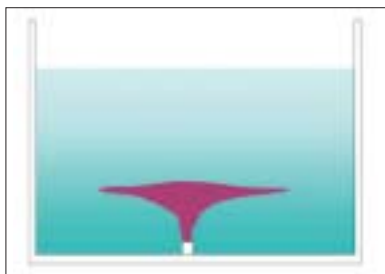


18. ábra: Belső hullámok jelenlétére utal a csíkos felhőmintá

meg. Ez a légköri példa azt mutatja, hogy belső hullámok nem csak éles réteghatáron, hanem folytonosan változó sűrűségű közegben is létrejöhetnek.

Szennyezések lokális terjedése: turbulens fáklya, kéményfüst

Ha nincs jelen semmiféle zavaró légmozgás, rétegzett közegben a füst előbb egyenesen felfelé száll, majd egy bizonyos magasságot elérve szétterül, mintha láthatatlan mennyezet állná útját. Hasonló jelenség figyelhető meg vulkánok kitörésekor is. Homogén levegőben a kéményfüst tetszőlegesen magasra felszállhatna, az imént említett alakzat ott nem jöhetne létre. Ismét



19. ábra: Kéményfüst-jelenség: folytonosan rétegzett sós vízben felfelé áramló kisebb sűrűségű folyadék gomba formájú képződményben terül szét

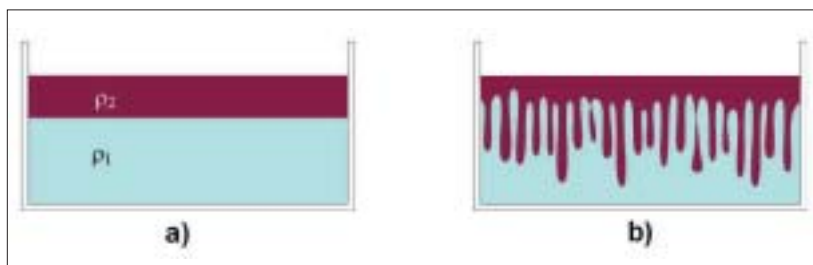
kulcsfontosságú szerepet játszik tehát a levegő rétegzettsége.

Folyamatosan csökkenő sűrűségű levegőben a felfelé szálló füstnek mindenképpen meg kell állnia ott, ahol a sajátjával azonos sűrűségű levegőt talál. De mivel a füst turbulens feláramlása közben összekeveredik a környező sűrűbb levegővel, ezért sűrűsége fokozatosan nő, és így lényegesen kisebb magasságban éri el a gravitációs egyensúlyi állapotot.

A jelenséget a laboratóriumban az alábbi módon tanulmányozhatjuk. Egy folytonosan rétegzett, lefelé egyenletesen növekvő sűrűségű, sós vízzel feltöltött tartályból egy kevés vizet szívunk ki, mégpedig a felszín közeléből. A kivett vizet enyhén megfestjük, hogy a jelenség szemmel követhető legyen, majd egy hajlított végű üvegcsőben

tat, azaz erősítik egymás hatását. Előfordulhat azonban az is, hogy egymással ellentétes irányúak. A természetben valóban létezik ilyen elrendeződés: a napsugárzás melegíti a tenger felszínét, ezáltal csökken a felszíni réteg sűrűsége. Ugyanakkor a párolgás miatt a sókoncentráció növekszik a felszíni réteg sűrűségével együtt. Mi történik ekkor?

Ezt vizsgáljuk következő kísérletünkben, melynek során alkalmas módon színezett, meleg, sós vizet töltünk hideg, tiszta víz fölé (20. a ábra). Ekkor a hőmérséklet okozta sűrűséggradiens lefelé, a sókoncentráció okozta sűrűséggradiens fölfelé irányul; az előbbi segíti, az utóbbi gátolja a rétegződés stabilitását. Ha tehát a hőmérséklet hatása az erősebb, az elren-



20. ábra: a) Festett, meleg, sós vizet rétegeztünk hideg, tiszta víz fölé, az elrendeződés kezdetben stabil; b) A felső réteg lehűlése következtében az elrendeződés instabillá válik, sós „ujjak” keletkeznek

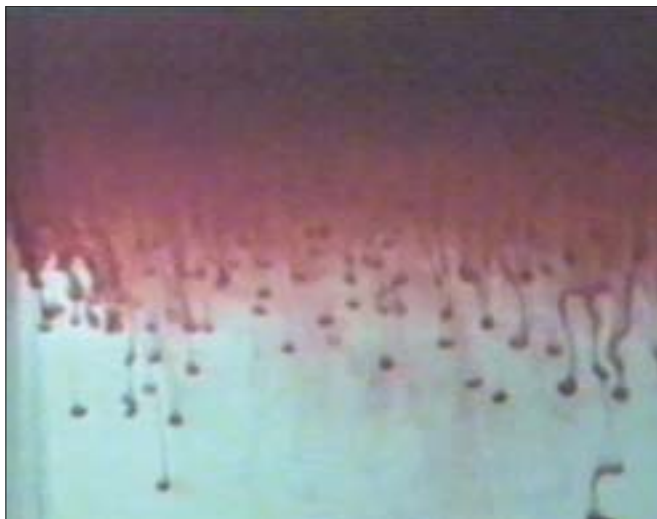
végződő, csappal ellátott alkalmas eszközzel a színes vizet visszaengedjük a kádba, mélyebbre, mint ahonnan kivettük. A színes víz föláramlik, kissé „túlló” a végső megállapodási szinten, majd oda nyomban visszaesik, és szétterül (19. ábra). Nem jut el azonban abba a magasságba, ahonnan származik: esetenként annak körülbelül a negyedéig ér csak el, és ebben a színezőanyag elhanyagolhatóan kicsi szerepet játszik.

Ujjasodás

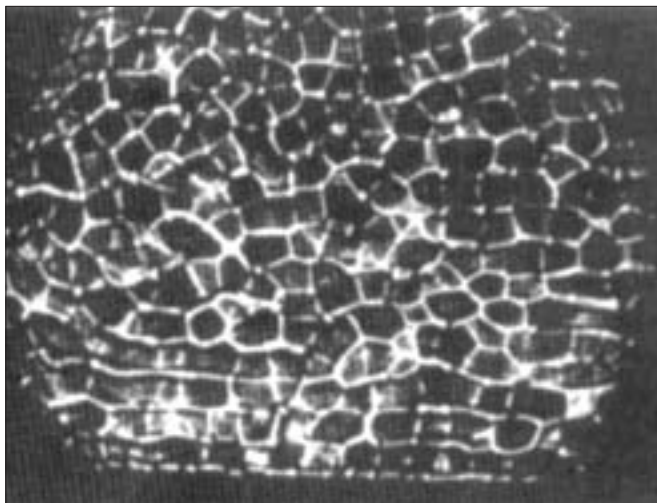
Sűrűséggradienst a tengerben a sókoncentráció és hőmérséklet mélység szerinti változása okoz. Általában a koncentráció- és hőmérsékletgradiens egy irányba mu-

deződés stabil, legalábbis kezdetben.

A felső réteg azonban hűlni kezd, miközben sótartalmát jól megőrzi, így sűrűsége hamar meghaladja az alatta lévő réteget, vagyis a sűrűbb réteg lesz a hígabb tetején. Ez azt eredményezi, hogy a két réteg határán megjelenő kis kitérések elkezdnek növekedni, azaz instabilitás lép fel. A kísérleti edényben jól látszik az instabilitás további fejlődése: a felső rétegből vékony, néhány milliméter vastagságú sós „ujjak” indulnak meg lefelé, közöttük pedig a tiszta víz törekszik felfelé (20. b, ill. 21. ábra). Vízszintes szerkezetük is érdekes: felülnézetből rácsszerű mintázatot látunk (22. ábra).



21. ábra: Laboratóriumi felvétel a sós „ujjakról”



22. ábra: A sós ujjak felülnézetből rácszerű mintázatot alkotnak (Tritton, 1988)

Jégtömb olvadása folytonos rétegzettségű közegben

Ennek a természeti jelenségnek a bemutatásához egy nagyobbacska, festett vízből fagyasztott jégtömbre van szükség. Célszerű egy nehezebbet a tömb egyik végébe befagyasztani. A színes jégtáblát folytonosan rétegzett sós vízzel töltött kádba állítjuk (23. ábra). Ilyen módon ismét kétféle gradiens együttes hatása érvényesül a folyadékban, de most egymásra merőleges irányban: a sókoncentráció változásából származó, függőleges irányú sűrűséggradiens, ill. a jég és víz közötti hő-

mérsékletkülönbség okozta vízszintes irányú hőmérsékletgradiens.

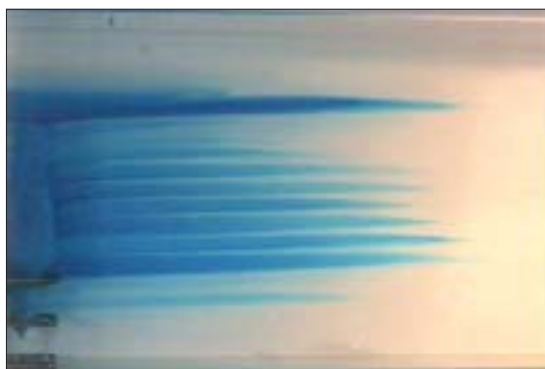
A jégtömb olvadni kezd, és mellette felfelé áramlás jön létre, mivel az olvadó jég anyaga a sós rétegek-nél könnyebb (noha hidegebb) tiszta víz. A „kéményfüst” kísérlethez hasonlóan ugyanis a turbulens feláramlás erős környezeti keveredéssel jár együtt, így a kezdetben édes olvadó víz hamarosan jelentős só-tartalomra tesz szert. Emiatt a folyadék néhány centiméteres emelkedés után gravitációs egyensúlyi helyzetbe kerül, a további emelkedés leáll, csak oldalirányú áramlás marad fenn. A kísérlet azt mutatja,



23. ábra: Festett jégtömböt állítunk folytonosan rétegzett sós vízbe. Így egyszerre van jelen sókoncentráció- ill. hőmérsékletgradiens



24. ábra: A jégtömb olvadásával járó áramlások vízszintes „nyelveket” formálnak



25. ábra: Laboratóriumi felvétel a folytonosan rétegzett sós vízbe állított színes jégtömb olvadása révén létrejött „nyúlványokról”

hogy ez a vízszintes áramlás nem a kád teljes mélységét kitöltő egyetlen vízkörzéseként valósul meg, hanem sok vékony, egymás alatti és egymástól jól elkülönülő sávban: szabályos vastagságú vízszintes nyelvek nyúlnak ki a jégtömbből (24. ábra), melyekben a hideg folyadék kifelé áramlik (25. ábra). Ilyen áramlás jön létre jéghegyek olvadásakor is.

Gyüre Balázs, Jánosi Imre,
Szabó K. Gábor és Tél Tamás
ELTE Fizikai Intézet,
Környezeti Áramlások Kármán
Laboratórium

ADALÉKOK A RADARMETEOROLÓGIA HAZAI TÖRTÉNETÉHEZ: AUTOMATIZÁLT RADARMEGFIGYELÉSEK MAGYARORSZÁGON

A LÉGKÖR 49. évf. 3. száma közölte Kapovits Albert visszaemlékezését „A radarmeteorológia meghonosítása Magyarországon” címmel az OMSZ időjárási radarhálózatának kiépítéséről 1960-tól 1990-ig. Dombai Ferenc alábbi írása a hazai radarok automatizálásának eseményeit mutatja be az 1980-as évektől 1999-ig, név szerint is megemlékezve a nagy vállalkozást segítő műszakiakról, programfejlesztőkről és szakmai vezetőkről. (A szerk.)

Bevezetés

Az OMSZ kiadásában 1995-ben jelent meg a „Fejezetek a Magyar meteorológia történetéből” című kiadvány, amelynek „Radarmeteorológia” fejezetét Kapovits Albert közreműködésével készítettem. Ebben a kezdetektől 1993-ig igyekeztünk kaualozolni az olvasót a hazai radarmeteorológia történetében. Amikor olvastam Kapovits Albertnek a LÉGKÖR 2004. 3. számában megjelent „Radarmeteorológia meghonosítása Magyarországon” című életrajzserű visszaemlékezését, úgy gondoltam, érdemes azt kiegészíteni és folytatni azért, hogy a LÉGKÖR olvasói más nézőpontból is kaphassanak képet a hazai radarmeteorológia izgalmas történetéről. Az automatizálás oldaláról szeretném láttatni a történeteket, mivel annak megvalósítása tette felnőtté a hazai radarmeteorológiát: hiszen az operatív megfigyelések mai gyakorlata, a radarmérések adatainak előrejelzési rendszereinkben való integráltsága, a közelmúltbeli és jelenlegi kutatási témái teljes mértékben megfelelnek a mai nemzetközi gyakorlatnak és szakmai színvonalnak. Írásomban az 1999-ig terjedő időszakot kívánom áttekinteni, mert az OMSZ munkatársaként addig volt közvetlen kapcsolatom a rendszeres radarméré-

sekkel, ahhoz kapcsolódó fejlesztésekkel. Később sem szakadtam el teljesen a radarmeteorológiától, de az azt követő történetésekről hitelesen Nagy József fog majd beszámolni egy későbbi LÉGKÖR cikkben.

A hazai radarmeteorológia történetének fontos eseménye volt az 1995. november 25-én tartott, szakmai bemutatóval kibővített sajtótájékoztató, amelyen a KTM (később KVM, most KVVM) minisztere, Baja Ferenc bejelentette az OMSZ automatizált időjárási radarhálózatának üzembe helyezését. Az odáig vezető út sokszor rögös volt és nem nélkülözött emberi konfliktusokat sem. A magyar radarmeteorológia azonban sikerrel túlélte a 1991-92-es évek mélypontját is, amikor bezárásra került a ferihegyi repülőtérrel működő radarállomás és majdnem megszűnt az OMSZ időjárási radarhálózata is.

Én 1977 őszén kerültem az OMSZ-hoz és 1999-ig, a KVM-be történő áthelyezésemig, 22 éven át aktív részese voltam a hazai radarmeteorológia fejlesztésének. Dolgoztam a BWR-X12 radaron, jártam szolgálatba a ferihegyi MRL-5 radarhoz, jelen voltam a farkasfai és a napkori obszervatórium alapozási munkáinál és sajnos jelen lehettem az utóbbi lebontásánál is! Pályafutásomat tudományos segédmunkatársként kezdtem az 1977-ben megalakított Radarmeteorológiai Csoportban (Dombai Ferenc, Völker József, Simon Zsuzsanna, Földes József), aktívan közreműködtem a manuális mérési módszerek kidolgozásában és az automatizálási rendszerek kifejlesztésében. Radarmeteorológiai ismereteimet GARP-FGGE expedíciós úton (LÉGKÖR 1979/1), Szovjetunióbeli tanulmány utakon (VGI Nalcsik/GGO Leningrád), nemzetközi konferenciákon, tudományos

együttműködési programokban (COST), valamint önképzés és szakirodalom útján szereztem. Az első tapasztalataimból leszűrtem, hogy a radarmeteorológia megfelelő szintű műveléséhez alapos fizikai és mérnöki ismeretek is szükségesek, ezért a meteorológus végzettségem mellé 1985-ben villamosmérnöki oklevelet is szereztem a Budapesti Műszaki Egyetemen.

Személyekről

Kapovits Albert idézett cikkében említetteken kívül sokan mások is fontos szerepet játszottak a hazai radarmeteorológia felnőtté válásában. Helyhiány miatt az én névsorom sem teljes, elsősorban a számítógépes feldolgozások és az automatizálás területén dolgozókra próbáltam visszatekinteni.

Elsőként említtem Boncz Józsefet (KEI), Pásztor Róbertet (VITUKI): az ő számítógépes programjaik tették lehetővé, hogy a telexes radar adatok számítógépen, operatív módon megjeleníthetők legyenek az OMSZ-nál, ill. a vízügyi ágazatban, továbbá Kecskeméty Lászlót, Sipos Győzőt és Simon Zsuzsannát, akik az akkori KEI Távérzékelési Főosztályán üzemeltetett képfeldolgozó TPA 1148 / Pericolor rendszeren ügyködtek, előbb a telexes, majd 1986-tól a kísérleti digitális radaradatokkal. Meg kell említenem Szalma Jánost, a KEI egykori Repülésmeteorológiai Osztályának vezetőjét, aki a repülésmeteorológiai igényekből kiindulva ugyan sikertelenül, de mindig állhatatosan küzdött a radarmegfigyelések korszerűsítéséért, például a Napkor-i kísérleti rendszer Budapestre kerüléséért. A 80-as évek végén közösen javaslatot tettünk egy budapesti nowcasting centrum kialakítására, aminek mag-

ját a Távérzékelési Főosztály és a Repülésmeteorológiai Osztály képezte volna. Nem sokkal később megszüntették a Távérzékelési Főosztályt, de persze ez csak időbeli korreláció.

Az úttörők között szerepelnek a jégeső-elhárító rendszereknél (BRJE, BácsRJE) dolgozó *Keskeny András, Markó Tamás és Sövény András*, akik egy HP1000 típusú számítógépre alapozott rendszer fejlesztését kezdték meg 1986-ban. Ez abamaradt ugyan a jégeső-elhárítás felszámolásával, de a külső fejlesztők személyén keresztül átvezetett a 1991-ben elkészült automatizálási rendszerünkhöz. Ki kell emelnem *Bálint Zoltán és Illés Lajos* nevét, a FETIVIZIG munkatársait, akik felismerték, hogy hidrológiai alkalmazásokhoz elengedhetetlen a radarmérések számítógépesítése és 1984/85-ben, majd 1989-ban is kiegészítő anyagi forrásokat teremtettek a Napkor-i automatizálási projektjeink számára. Ott dolgozott *Matavovszky György* is, aki a digitális radaradatok hidrológiai felhasználására szolgáló FETIRA programot dolgozta ki 1991-ben. Meghatározó szerepet játszott az OMSZ-nál dolgozó *Nagy József*, aki a jégeső-elhárítás megszűnése után visszakerülve a radarhálózatunkhoz, fáradhatatlanul dolgozott a WRP32C automatizálási rendszer bevezetésében; közreműködésével vált teljessé a digitális radarhálózatunk. Meg kell említenem *Völker József* nevét is, aki eleinte idegenkedett ugyan, de később pótolhatatlan szerepet játszott az automatizálás bevezetésében és az MRL-5 radarok megbízható üzemeltetésében.

Külföldi kollégáinkról is meg kell emlékeznem: *Peter Havranek* és *Jan Kracmar* (CzHMu- Prága), akik bízva az általunk 1991-ben kifejlesztett, WRP32C fantázia-nevű rendszerben, kezdeményezték a Cseh Hidrometeorológiai Szolgálatnál (1992) és a Cseh Hadsereg-nél történő bevezetését (1993-

1994), létrehozva az automatizált időjárás radarhálózatukat. E bekezdésben megemlítem *Massimo Falci* (SMA, Firenze) urat is, akinek szervezésében egy továbbfejlesztett és rádiós adatátvitellel kiegészített WRP-Quatro Argentínában is telepítésre került (1998, Mendoza). Feledhetetlen élmény volt a zivatargócok követése rendszerünk képernyőin az Andok hegyvonulatával a háttérben. A telepítés munkálataiban részt vett *Horváth Zoltán és Tóth Ferenc*, a Napkori Radar Observatórium egykori munkatársai is.

Szólni kell *Duma Viktorról* is, az akkori Autópálya Igazgatóság főmérnökéről, aki előrejelzőink nehezítését is vállalva a 90-es évek közepén kijárta, hogy a digitális radar adatok közvetlenül eljussanak a Közúti Igazgatóságokhoz. Meg kell említenem *Orbán Józsefet* is, aki egy 1995 augusztus 25-i repülőeseményt követően, amikor egy New Yorkba tartó Malév járat repülőgépe zivatar kifutó szele miatt felszálláskor nekiütdött a pálya betonjának és megsérült, felülvizsgálta az LRI álláspontját az időjárási radarmérésekkel kapcsolatban. Ezt követően az automatizált mérések adatai a repülésmeteorológusok és irányítók asztalára kerülhettek Ferihegyen. Nem feledkezhetem meg *Nagy Sándorról és Ináncsi Lászlóról*, a HM Meteorológiai Szolgálat korábbi vezetőjéről és helyetteséről, akik több éves állhatatos szervező munkájukkal mozdították elő a katonai repülőtereken elhelyezett MRL-5 radarok automatizálását. Ez sajnos csak a nyugdíjazásukat követő években valósult meg. (Kecskemét, Pápa, Taszár – 2003). Kiemelten kell megemlítenem *Horváth Ákos* nevét, aki a hazai nowcasting rendszerek első számú fejlesztőjeként megalapozója volt a radaradatok operatív, integrált alkalmazási gyakorlatának, a radaradatok HAWK rendszerbe történő integrálása megvalósításával.

Szándékosan a végére hagytam *Mersich Iván* volt elnök urat, aki időben felismerte, hogy az automatizáláson kívül más útja nem lehet a hazai radarmegfigyeléseknek, támogatta az automatizált mérések fennmaradását Napkoron (1992), az automatizált mérések megindítását Szentgotthárdon (1993), valamint a digitális radaradatok külső-belső szolgáltató rendszerének kiépítését. Segítségével igen fontos mérföldkőhöz értünk 1993-végén, amikor elnöki utasításra *megszűnt a telexes radar adatszolgáltatás*. Bár ő kezdeményezte a ferihegyi radarmérések leállítását 1991 végén, később mégis támogatta a budapesti radar automatizált módon történő újraindítását 1995-ben. Öt év alatt a mélypontból a csúcsra érkeztünk, felállt az országos fedettséget biztosító automatizált időjárás radarhálózatunk!

Legvégül bemutatnám annak a kis csapatnak tagjait, akik nélkül mindez nem valósulhatott volna meg. Ők *Bezzegh Péter, Suhai György*, és e sorok írója, akik előbb a WRP32C majd a WRP QUATRO fantázia nevű rendszert kifejlesztették, ami lehetővé tette, hogy a hazai radarmeteorológia az 1990-es évtized fordulójánál ne szenvedjen végzetes tengelytörést és előbb rendszeressé, később nélkülözhetetlené is váljanak a digitális időjárás radarmérések!

Röviden az MRL-5 radarról

A hazai radarmeteorológia felnőtté válásához elválaszthatatlanul hozzátartozik a Szovjetunióban 1977-től gyártásba került MRL-5 időjárás radar. Csúcsidőszakban 9 db működött Magyarországon ebből a típusból, 3 db az OMSZ hálózatában (Budapest, Napkor, Szentgotthárd), 3 db a jégeső elhárításban (Dusnok 2 db, Hármashegy) és 3 db katonai repülőtereken (Kecskemét, Pápa, Taszár). A hazai radarmeteorológia kezdetét jelentő, a már említett NDK gyártmányú BWR X12 radar

egy vízszintes, elliptikus 1,5 x 4,5 m-es antennával felszerelt, átalakított, hajó-fedélzeti radar volt. Kis meteorológiai potenciál (érzékenység és teljesítmény), lineáris karakterisztikájú vevő és csapadékban erősen gyengülő 3 cm-es hullámhossz jellemezte. Vezérlő és indikátor pultja a repülésmeteorológiai eligazítóknál volt, ami közvetlen használatot tett lehetővé a pilóták eligazítása során.

Ma az *ICI Interaktív Meteorológia RT* által készített mini radarokat leszámítva [amelyeket Gyulán illetve Veszprémben üzemeltetnek], minden hazai, operatív megfigyeléseket végző meteorológiai radar, beleértve a katonai repülőterek radarjait is, képes a csapadékfolyamatokhoz illeszkedő térbeli és időbeli felbontással 3 dimenziós digitális képek sorozataként, kalibrált módon reflektivitási tényezőt*, $\log Z$ mezőket szolgáltatni. (A $\log Z$ a radarmeteorológiában a radartól függetlenül, a kondenzálódott víztömegre utaló mennyiség.)

Az MRL-5 radarok koruk legjobb meteorológiai radarjai közé tartoztak. A típus kifejlesztése a jégeső-elhárítási radarmegfigyelések érdekében történt, ami valószínűleg a legnagyobb követelményeket támasztja egy hagyományos meteorológiai radarral szemben. Főtervezője *M. T. Absajev* volt, aki a Szovjetunió akkori 3 radarmeteorológiai kutató centruma egyikét, a Nalcsiki VGI Légkörfizikai laboratóriumát vezette, fő profiljuk a jégeső kutatás volt. Az MRL-5 két hullámhosszon működött (3,26 és 10,6 cm), kettős adó-vevő-antennával és megjelenítő rendszerrel volt szerelve. Nagy méretű antennája (4,5 m), adóteljesítménye (200 és 700 kW), vevőérzékenysége (136 dBW) nagy meteorológiai potenciált biztosított számára. A 3 cm-es hullámhosszon tű-éles 0,5 fok (!) nyálkával rendelkezett, de képes volt jó felbontással, (1,5 fok), egyidejűleg a csapadékban nem gyengülő 10 cm-es sávban is méréseket végezni. El kell azonban mondanunk, hogy ma már a radarmegfigyelésekben – az OMSZ radarhálózatában is – általában az 5 cm-es hullámhosszú radarokat alkalmazzák, ami fizikai-mérnöki-gazdasági kompromisszum eredménye. Ugyanis a csapadékban való erős gyengülés 3 cm-es jelentősen torzíja a méréseket, hiszen már egy átlagos zivatargócs is leárnyékolja a mögötte lévő, viszont a 10 cm-es hullámhossz téli időszakban kevésbé hatékony, továbbá a megfélelően szűk antennanyaláb elérése nagyméretű és ezáltal költséges antenna

rendszer igényel. Az USA 10 cm-en működő operatív radarjai, a NEXRAD radarok 9 m-es antennával dolgoznak! Az 5 cm-es hullámhossz alkalmazása az 1980-as években terjedt el világszerte.

Az OMSZ radarhálózatát megalapozó együttműködés során 1977-ben történt a beszerzendő radar típusának kiválasztása, amiben gazdaság-politikai kényszerek is jelen voltak, hiszen csak dollárért lehetett volna más típusú, 5 cm-en működő radart beszerezni. Mivel dolláros beszerzésre akkor csak az LRI-nek volt lehetősége, ezért valamely egységes típus érdekében meg kellett győzni az LRI-t az MRL-5 használhatóságáról.

Meg kell megemlítenünk az MRL-5 egy akkori igen komoly hiányosságát is. A típus eredetileg nem rendelkezett kihelyezhető indikátor egységgel, emiatt a ferihegyi repülésmeteorológiai szolgálat az MRL-5 telepítése után elvesztette a radar adatokhoz való közvetlen hozzáférhetőségét, hiszen a radart egy több km távolságra lévő dombra telepítették és telexen, URH-n kezdődött meg az adatszolgáltatás. Később TV kamerás mikrohullámú kapcsolatot építettek ki, ami az indikátor ernyőről filctollal papírra átrajzolt kontúrok képi átvitelét biztosította a légirányítók felé, de a helyzetet ez sem javította. Ezt a problémát a KEI vezetése nem kezelte kellő súllyal és véleményem szerint ez vezetett az LRI érdektelenné válásához és a ferihegyi radarállomás megszüntetéséhez 1991-végén. Szóba került az 1986-ban üzembe helyezett kísérleti automatizálási rendszer áttelepítése is Napkorról Ferihegyre, de ez nem valósult meg.

Kezdeti törekvések

Aki nagyvonalakban tájékozott volt a radarmeteorológia területén és megtapasztalhatta, hogy milyen gazdag információkhoz juthat a radar indikátor ernyője előtt ülve, az gyorsan beláthatta, hogy a lehetőségeknek még egy kis töredékét sem lehet kihasználni a hagyományos manuális, rajzos és telexes mérési eljárásokkal. Ezt én is gyorsan beláttam. Az 1970-es és 1980-as évek fordulóján mindenhol napirenden volt a radarjelek digitalizálása, a mérések automatizálása, de az akkori számítástechnika csak nehézsúlyú és költséges számítógépes rendszerekkel volt képes biztosítani

a szükséges adatfeldolgozási procedúrákat és ezért kevés helyen volt működőképes rendszer. Ilyen rendszer nem volt elérhető az MRL-5 kiválasztásának időszakában a „keleti blokk” piacán. Szerencsére ebben az időszakban kezdődött meg a technológiai robbanás a számítástechnikában, előbb a 8 bites, később a 16 bites általános célú mikroprocesszorok megjelenésével, ami a Z80, a Commodore 64, majd az IBM XT/AT számítógépek megjelenéséhez vezetett a 80-as évek elejére.

Az első lépéseket az automatizálás felé a radarhálózatra vonatkozó együttműködési szerződés keretei között tettük meg egy rendszertervvel 1980-ban, amit az akkori SZKI – Számítástechnikai Koordinációs Intézet – munkatársaival (*Szabó József, Hegedűs Csaba, Kelen Dezső*) közösen készítettünk. Ebben áttekintettük a szükséges adatfeldolgozási folyamatokat és egy akkor népszerű kisszámítógépes rendszerre, az R20-ra alapozva terveztük azokat megvalósítani. Akkoriban a kisszámítógép kifejezés egy több rack szekrényes, több mázsás számítógép konfigurációt jelentett! Sajnos a rendszer költségigénye egy-egy radar beszerzési költségével volt összemérhető. (Az OMSZ radar hálózat állomásonként mintegy 30 millió Ft-ba került 1980-ban – mai áron 755 millió Ft –, amiből 18 millió Ft volt maga az MRL-5 radar. Egy kezdő tudományos dolgozó havi bére kb. 3000 Ft volt 1980-ban).

Ebben az időszakban az SZKI csapata az OMFB megbízásából egy TPA 1140 kisszámítógépre (az akkori DEC cég VAX gépcsaládjának egy hazai realizációja volt, KFKI gyártmány) tervezett képfeldolgozó rendszer kifejlesztésén dolgozott az OMSZ számára. (Az OMFB támogatásával két helyen alakítottak volna ki távérzékelési központot. Az egyiket a FÖMI-ben – az erőforrás kutató műholdak (Landsat, SPOT, stb.) adatainak feldolgozására –, ez ma is működik, a másikat az OMSZ-ban a meteorológiai műholdak, meteorológiai képfeldolgozások számára. Ez utóbbi az évtized fordulóján megszűnt). Mivel az SZKI rendszere TV videójelek feldolgozásra is alkalmas volt, ezért

kísérleteket végeztünk a radarernyőn látható célok digitális TV kamerás képi bevitelére. Gyorsan beláttuk azonban, hogy ez a radar és a videojelek eltérő szinkron rendszerei, valamint az információ dinamikáját torzító, hosszú utánvilágítású, fluoreszcens radar képernyők miatt nem járható út.

Az első lépés: Commodore 64 + display processzor

A 80-as évekre a 8 bites processzorok terjedésével egyre több helyen építettek a digitális képfeldolgozásra is alkalmas asztali rendszereket. Magyarországon is többen foglalkoztak ilyen fejlesztésekkel, a BME, a SZTAKI, a Híradástechnika Szövetkezet, stb. A Híradástechnika Szövetkezet akkori slágere a HT680X moduláris, asztali számítógép család volt, amely szintén rendelkezett képfeldolgozásra alkalmas modulokkal. Erre alapozva egy radarjel digitalizáló rendszer elképzelést mutattam be az OMSZ Műszaki Fejlesztési Tanácsában 1983-ban, amivel a ferihegyi MRL-5 radart szerettük volna digitalizálni, megszerezve az LRI és a MA-LÉV támogatását is. Sajnos ez nem sikerült. Ugyanebben az időben egy kis csapat, az Amerikai úti Agysebészeti Klinikán Nagy Pál Tibor orvos-mérnök vezetésével és BME-n dolgozó villamosmérnökökkel orvosi diagnosztikai célú digitális képfeldolgozó rendszert fejlesztettek ki, amely képes volt speciális

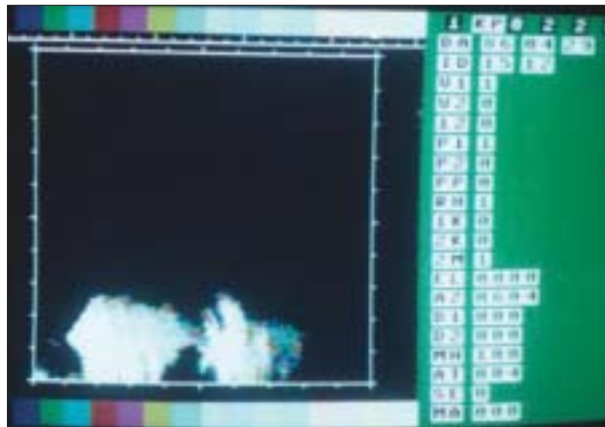
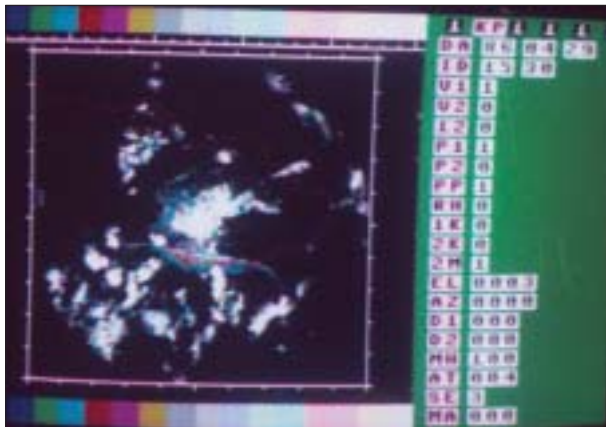
videojel fogadására is. Velük többször is átbeszéltem a radarjel feldolgozás követelményeit. Ezekbe a beszélgetésekbe később *Pintér Ferenc* is bekapcsolódott, aki a KLFI-ben a Meteosat műhold analóg WEFAX adásainak képi megjelenítésével foglalkozott, szintén egy HT 680X alapú rendszeren.

A körvonalazott rendszertervet 1985/86-ban a Napkori obszervatórium beruházási maradványának és a FETIVIZIG anyagi támogatásának felhasználásával sikerült megvalósítanunk. A fejlesztési munkák az RT Labor GMK vállalkozásában valósultak meg. A BME mérnökei által kifejlesztett Intel 8080 alapú display processzort extra hardver fejlesztéssel kiegészítettük az antenna pozíció adatainak és a videojelnek a radar saját szinkron rendszerében történő fogadására. Megvalósítottuk a fluktuáció szűrést, a koordináta transzformációkat, a képi megjelenítést és a radar minimálisan szükséges távvezérlését. A rendszert a HT 680X helyett az akkor népszerűvé vált Commodore 64 mikroszámítógéppel vezéreltük. Az első digitális képek 1986. április 29-én készültek Napkoron, néhány nappal a csernobili katasztrófa után.

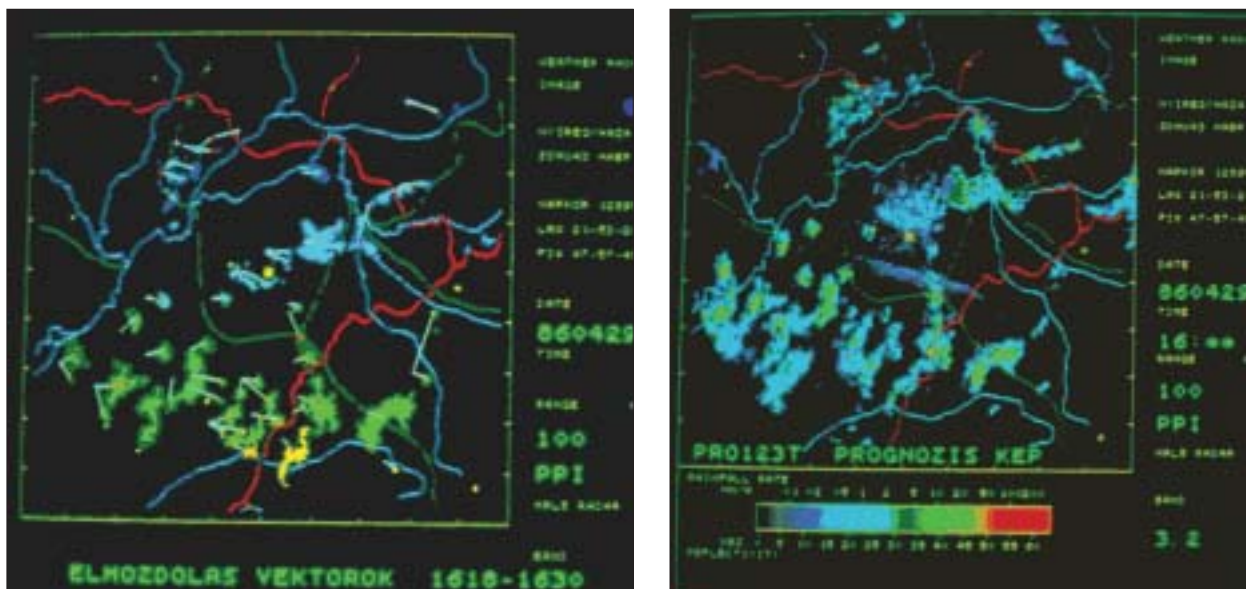
Ez a rendszer volt az első, ami Magyarországon digitális radarképeket szolgáltatott! Amikor 1985-ben a fejlesztésünkről beszámoltam

egy angliai konferencián, amit annak apropóján rendeztek, hogy működésbe állt az első felügyelet nélküli automatizált radarjuk, kiderült, hogy a megoldásunk úttörő jellegű, hiszen mindenhol az akkor hagyományosnak tekinthető DEC/VAX gépcsaládra, illetve annak klónjaira, pl SZM4, TPA1140, stb. alapozva folytattak fejlesztéseket. A későbbi jövők lehetőségét kihasználva a mi rendszerünk nagyságrendekkel kisebb költségek mellett meg tudta valósítani a minimálisan szükséges adatfeldolgozási eljárásokat. A rendszer képes volt RHI, PPI és egy előre meghatározott magasságú rétegben CAPPI kép készítésére és a készített képek lemezre történő eltárolására.

A rendszerünk által készített adatokat sikerült a KEI képfeldolgozó rendszerébe átvinnünk floppy lemezek felhasználásával. Ez lehetővé tette a további demonstrációkat, valamint a komolyan veendő radar-meteorológiai kutatások megindítását. A gyűjtött adatokat felhasználva *Kecskeméty Lászlóval és Szentimrey Tamással* közösen kidolgoztuk az első nowcasting célú radargóc áthelyezési számítási eljárásokat (statistikai eljárás, lineáris transzformációk keresése, clusterek, gócok identifikációja, pár keresések, stb.). A rendszerünket és eredményeinket hazai képfeldolgozási konferencián, valamint a szocialista országok kö-



Az első digitális radarképek, melyek 1986. április 29-én Napkoron készültek, a Csernobili katasztrófa után néhány nappal. Balról egy 100km-es mérőhatárú PPI kép zivatargócokkal és egy szélahamvonallal (!). Jobbról az ugyanekkor, 60.4 azimut irányban készített RHI metszet látható.



A zivatargócok mozgásának követésére kifejlesztett számítógépes programok eredményei 1986/87-ből. A képek megjelenítése TPA1148-PERICOLOR képfeldolgozó rendszeren történt. Baloldali képen a gócok az elmozdulás vektoraikkal, jobb oldali képen statisztikai módszerekkel meghatározott lineáris transzformációk alapján előre jelzett radar kép látható.

rében rendezett radarautomatizálási konferencián is bemutattuk. (Varsó, 1985, Budapest - SZTAKI, 1987).

A továbbfejlesztést, operatív használatra való alkalmassá tételét a C-64 számítógép IBM PC/AT gépre való cseréje, illetve a rendszer Ferihegyre való áthelyezése útján terveztük 1987-ben. Sikertelenül pénzügyi forrásokat is előteremtünk a fejlesztéshez és megszereztük az LRI támogatását is, de általam nem ismert okokból javaslatunkat a KEI vezetése elutasította, a pénzt elvonta és a rendszert a Szentgotthárd-Farkasfa obszervatóriumba telepítette. Az áttelepítés gyengítette vízügyi kapcsolatainkat, hiszen a FETIVIZIG már nem volt érdekelt a további fejlesztésben, de megszüntette az LRI érdekeltiségét is: hiszen remélték, hogy rajzolt térképek helyett valós idejű színes digitális radarképeket kapnak majd a légiforgalom irányítói.

Második lépés – WRP32C

1987-ben megszűnt a KEI Távérzékelési Főosztálya, én 1988-ban az OMSZ Számítóközpontjába kerültem. Ezt követően szabadabban foglalkozhattam radarmeteorológiai

ai kérdésekkel. Támaszkodva a FETIVIZIG vezetésére, akik már ízelítőt kaptak a digitális radar mérésekből és belátták, hogy nincs más útja a radar hidrológiai alkalmazásának, mint az automatizálás, *Illés Lajossal* egy projekt javaslatot készítettünk az OMFB „Távérzékelés alkalmazásai” című témájában, amelyet az OMFB el is fogadott. A projekthez szükséges megvalósíthatósági tanulmányt készítettem. A konkrét fejlesztési cél az volt, hogy rendszerünk modemes kapcsolaton keresztül folyamatosan tudjon digitális radar csapadék adatokat szolgáltatni a FETIVIZIG számára. Természetesen az általános radarmérések támogatása is a feladatok között szerepelt. A hidrológiai alkalmazási cél, vagyis a radarral történő csapadékmérés nagyon gondosan megvalósított eljárásokat igényel, hiszen minden 1 dB mérési hiba kb. 10-15 % hibát jelent a származtatott csapadékintenzitás értékekben. Ennek érdekében egy új üzemmódot is bevezettünk a szokásos PPI/RHI üzemmódok mellett, az ún. HY-SCAN üzemmódot, ami 4 db különböző magassági szögű PPI radar kép index-maszkos kombinációját jelentette a földgörbület

és talajcéllok hatásának kompenzálása érdekében.

Terveink szerint a fővállalkozói feladatokat az ELEN Kft, a jégesős automatizálási kísérletben is közreműködő cég látta volna el és az SZKI Matematikai Laboratóriuma készítette volna a programokat. Ez az együttműködés menet közben felbomlott és 1990-től új fejlesztőkkel, *Bezzegh Péter, Dombai Ferenc, Suhai György*, láttunk a feladat megoldásának. Egyedi fejlesztésű eszközökből nem akartunk építkezni, elkerülendő a későbbi kiszolgáltatottságot és az egyedi hardver kivitelezés buktatóit. A 80-as évek végén megjelentek az első 32 bites, 33 MHz-es processzorokkal szerelt IBM PC-k és elérhetővé váltak PC-be helyezhető digitális képfeldolgozást segítő célprocesszorok, digitalizáló kártyák. Ezek felhasználásával, alacsony költségek mellett sikerült egy olyan architektúrát kialakítani, ami csak a rendszer radarhoz kapcsolódó felületén (galvanikus elválasztások, szint illesztések, távvezérlés input-output felületei) igényelt egyedi hardware fejlesztést, minden más eleme nagysorozatban gyártott eszközökből állt, és elérhető volt min-

den referencia leírás, dokumentáció, program fejlesztési környezet.

A rendszerünkben, ami a WRP32C fantázia nevet kapta, a radar videojel nagysebességű digitalizálását egy DT2851 típusú digitalizáló kártya biztosította. E kártya önálló buszrendszeren keresztül átvadta a radar burst-okat, impulzusonként 512 db 8 bites adatot, egy ATT gyártmányú DSP32C jelű nagyteljesítményű (25 MFLOPS), saját memória térrel rendelkező lebegőpontos processzornak, ami elvégzett minden olyan feldolgozást, ami a kalibrált reflektivitási tényező dBZ értékekből álló descartes rendszerű képek előállításához szükséges. Ezek a radar vevő átviteli karakterisztika linearizálása és kalibrációja, radiális és tangenciális csúszó átlagképzés (fluktuáció szűrés), távolsági korrekció, elnyelődési korrekció, polár-descartes konverzió, radar műszaki paraméterek érvényesítése, stb. Mindkét eszköz az IBM AT buszrendszerében volt használható, C és assembler nyelven programozható volt. A IBM AT megoldotta a további feladatokat, radarvezérlés, megjelenítések, adattárolás, kommunikáció, másodlagos feldolgozások, csapadékszámítás, órás és napi összegek stb. Ez az architektúra, komoly tartalékok mellett biztosította minden feldolgozási folyamat real-time megvalósítását.

A rendszer fejlesztési munkáit, a működtető programok megírását hárman végeztük, *Dombai Ferenc* [a rendszer tervezése, architektúra kialakítása, DSP programok készítése], *Bezzegh Péter* [radar vezérlése, digitalizálás vezérlése, interruptok kezelése] és *Suhai György* [rendszer integráció, kezelő felületek, másodlagos feldolgozások, megjelenítések, stb.]. A próbaüzem 1991 tavaszán Napkoron zajlott le

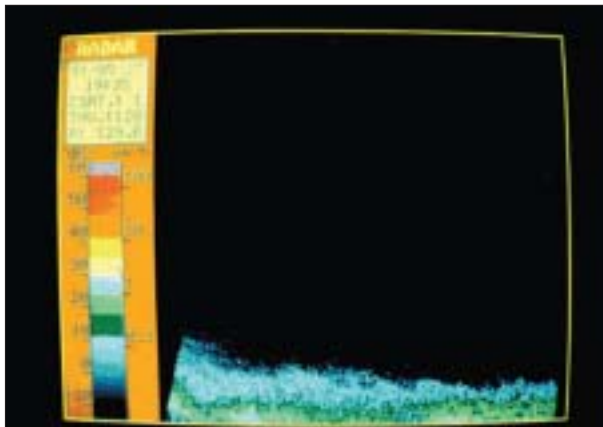
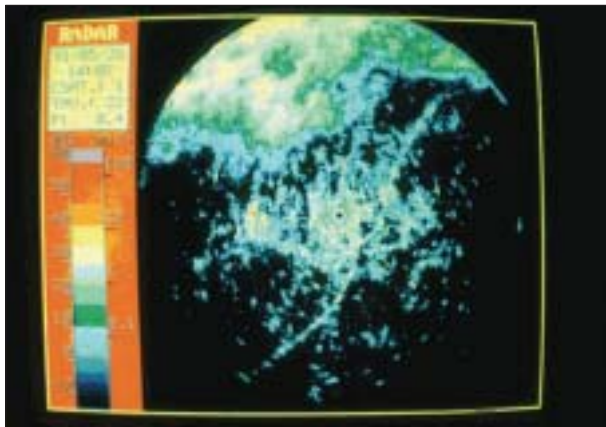
és azt követően a FETIVIZIG már rendszeresen hozzájutott az 5 perces digitális mérések alapján számított radaros csapadék adatokhoz. A FETIVIZIG-nél *Matavovszki György* kidolgozott egy programot, FETIRA elnevezéssel a beérkező digitális radar adatok operatív hidrológiai alkalmazására.

Rendszerünket, valamint a vele szerzett tapasztalatainkat radar-meteorológiai konferenciákon is bemutattuk, Ljubljana (1991), Hannover (1992). Szakmai sikerként könyveltük el, hogy a mi rendszerünk volt a legkompaktabb, teljes egészében lebegőpontos számításokkal dolgozó automatizálási rendszer. Ez eredményezte azt, hogy felkértek minket a Cseh Hidrometeorológiai Szolgálat, valamint Cseh Hadsereg MRL-5 radarjainak automatizálására. E munkák során nagyon jó partnert találtunk *Jan Kracmar* úr személyében, aki ötleteivel és kiegészítő programok fejlesztésével segítette elő az MRL-5 radar adatainak műholdas adatokkal való integrálását, kérésére fejlesztettük ki rendszerünkben a 16 magassági szöveget tartalmazó 3 dimenziós méréseket.

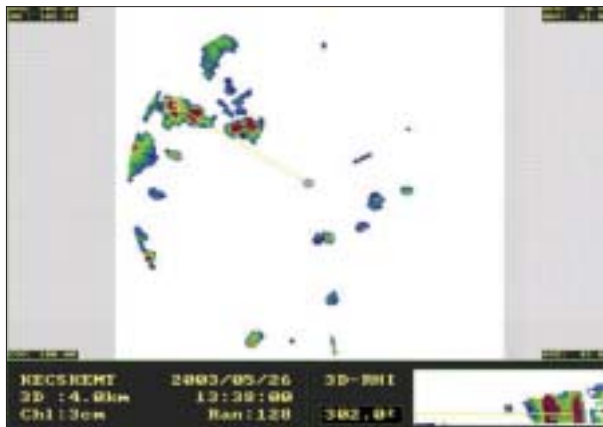
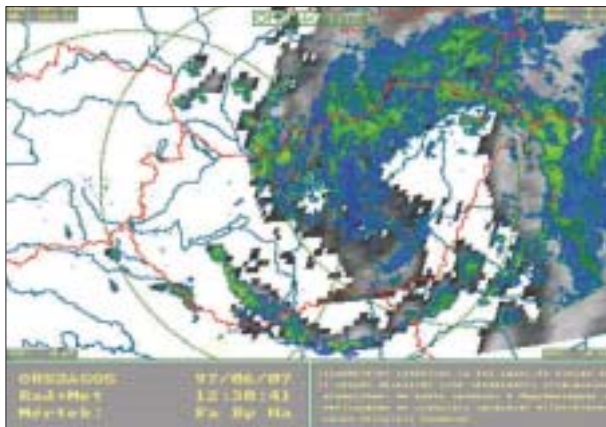
Hogyan tovább ?

A kilencvenes évektől kezdődően a költségvetési megszorítások mi-

att felszámolásra került a jégeső-elhárítás, a meteorológiai számítóközpont, napirendre került a KEI és/vagy a KLFI felszámolása is. Tízéves működés után 1992-től a meteorológiai radar megfigyelések repülőtéri tekintélyének eróziója következtében leállították a ferihegyi MRL-5 radart. Ezzel egy időben a jégesős radarok is leállításra kerültek egy kivételével. *Mersich Iván*, az OMSZ újonnan kinevezett elnöke felismerte, hogy a Szolgálat jövője csak erőteljes racionalizálással és teljes technológiai megújulással alapozható meg. Pályázat útján 1991-ben az OMSZ elnökének közvetlen munkatársa lettem és feladatom az OMSZ műszaki és informatikai fejlesztéseinek koordinálása volt. Egy megbeszélésen az elnök felvetette az időjárási radarhálózat teljes felszámolását. Mivel már működött a napkori automatizálási rendszerünk, kértem, hogy döntés előtt nézze meg. Ez idő tájt Napkoron kettős megfigyeléseket végeztek. Működtették a WRP32C-t a FETIVIZIG számára, de a számítógép képernyőjéről elkészítették a telexes radar táviratokat is az OMSZ KEI számára. Az elnöki döntés úgy szólt, ha megoldható a képek átvitele a KEI számára is, akkor a radarhálózat maradhat, de át kell térni Szentgottárd Farkasfán is az automatizált mérésekre.



Az első digitális radarképek, amelyeket az OMSZ digitális radarhálózatát megalapozó WRP32C rendszerrel próbaüzeme során készítettünk. Balra, 1991. 05. 27. 19:35 egy 32 km-es PPI, amelyen ugyanolyan finom bontással láthatók a célok, mint a radar indikátor ernyőjén, csak már log Z-ben megadott értékű képpontokkal. Jobbra ugyanekkor készült réteges felhőzet vertikális metszete látható.



Rendszerünk továbbfejlesztésével 1996-tól lehetséges volt a radar/műhold/hőmérsékleti mezők együttes megjelenítése (1997. 06. 07. 12:30 kor készült baloldali képen). Ugyanekkor készült el az MRL-5 mindkét sávján egy időben 3 dimenziós méréseket lehetővé tévő változat is, WRP – QUATRO, amelynek kijelzőjén tetszőleges magasságú CAPPI réteg és tetszőleges irányú vertikális metszet egyidejű megjelenítése is lehetséges volt. Ezzel a változattal működnek ma a katonai repülőtereken elhelyezett MRL-5 radarok 2003 óta – jobb oldali kép Kecskeméten készült 2003. 05. 26. 13:38 .

Telex helyett radar munkaállomás

A legtöbb erőfeszítést a radaradatok szolgáltatási rendszerének kialakítására kellett fordítani, ennek érdekében fejlesztettük tovább rendszerünket. Az adatátvitel technikai problémáinak leküzdésével megmaradt a napkori radar, automatizáltuk a farkasfai radart és a digitális radarképek eljutottak a KEI-be, a Siófoki Viharjelző Observatóriumba, majd később a vízügyi és közúti igazgatóságokra is.

A WRP32C köré kiépített szolgáltatási rendszer három elemből állt. A radarhoz kapcsolt alrendszerből, ami képes volt különböző, előre paraméterezett mérések sorozatából álló mérési programok automatikus végrehajtására, ezen programokat központilag is meg lehetett határozni. Ehhez kapcsolódott egy kommunikációs gép, ami kapcsolt telefon vonalakon képes volt egyidejűleg több felhasználót is kiszolgálni előre meghatározható időpontokban és adattípusokkal, továbbá az adatmegjelenítő munkaállomás, ami tudta fogadni és megjeleníteni a kapcsolt vonalakon érkező, vagy belső hálózatokon elérhető digitális radar adatokat. A külső felhasználók igényeihez igazodóan a radar munkaállomások

később képesek voltak a radar adatok mellett a hőmérsékleti mező (közúti igények) és a műholdas adatok (előrejelzői igények) közös megjelenítésére is, természetesen azonos térképi vetületek használatával. Az OMSZ történetében ebben a rendszerben nyílt lehetőség először ilyen közös megjelenítésekre operatív célokból. Ilyen munkaállomások kerültek a közúti igazgatóságokra, a vízügyi igazgatóságokra és később a ferihegyi repülésmeteorológiai szolgálathoz és a légiirányítókhoz is. A szolgáltatási rendszer kialakításában Nagy Józsefről külön meg kell emlékezni, hiszen fáradhatatlansága és sokszor konoksága nélkül ilyen rövid idő alatt az nem válhatott volna valóra. 1993. november 29-én kelt levelében Práger Tamás, az OMSZ Megfigyelési Főosztályának akkori vezetője elrendelte az elavult telex radaradat-továbbítás megszüntetését!

A hálózat centrumából hiányzó radart a ferihegyi maradék alkatrészek és a Dusnokon leszerelt MRL-5 radar felhasználásával sikerült pótolni. A Gilice téri rádiószondázó épület újjáépítése után a megerősített hangár rész tetején helyeztük el a mobil MRL-5 radart. A budapesti radarállomás újraindítása 1995-ben történt. Ezt követően került sor a

bevezetőben már említett miniszteri sajtótájékoztatóra.

Időközben tovább fejlesztettük az automatizálási rendszerünket is. Képpé vált mindkét hullámsávon egyidejűleg is méréseket végezni, kutatási szempontokat is figyelembe véve javítottuk a felbontást és 512 helyett 2048-as mintaszámmal dolgoztunk impulzusonként, ez lehetővé tette a 256x256-os képek mellett 512x512-es képek készítését is. A fejlesztések végül a WRP Quatro fantázia névre hallgató rendszerünket eredményezték, amely képessé vált mindkét sávon, egy időben 3 dimenziós mérésekre! Ilyen rendszer került telepítésre Budapesten, valamint 1998-ban Argentínában és ilyen rendszerrel szerelték fel a Magyar Honvédségnél rendszeresített MRL-5 radarokat is 2003-ban.

A 128 illetve 256 km méréshatárokon a földgörbülethez illeszkedő 16 db 0,5 és 1 km-es rétegekből álló 3D-s nagytömegű radarinformáció kezelése a szokásos funkciók mellett, megjelenítés háttérrel, mérőablakkal, nagyításokkal, animációval, mozaikkal stb. új megjelenítési módot is igényelt. Ez az általunk bevezetett "Integrált 3D megjelenítés". Ezen a méréseket követően egy tetszőlegesen választható magasságú réteg CAPPI képét látjuk, egyidejűleg a PPI-n mozgatható markerrel kiválasztott irányú RHI képpel. A CAPPI-n irányvonal jelzi az RHI irányszögét, az RHI-n szintvonal jelzi a CAPPI réteg magasságát. Mindkét referencia vonal kurzorral szabadon mozgatható. A kurzor végpontjának távolságát is változtat-

hatjuk, amivel egy változtatható méretű mérő ablakot mozgathatunk. A mérőablakkal max log Z, átlag log Z, fedettség %, irány-távolság-magasság koordinátákat határozhatunk meg. A rétegekben mozogva eljuthatunk a felszíni csapadékmezőhöz és a felhőtető magasság mezőhöz is.

A radarok hazai automatizálása lehetővé tette a radarokra vonatkozó nemzetközi kutatási és operatív együttműködési programokhoz való kapcsolódást. Csatlakoztunk az 1991-ben indult CERAD, Közép-európai operatív digitális radaradat cseréhez, az indulástól kezdődően aktívan részt tudtunk venni az EU COST 75 programjában, ennek keretében a két hullámsávú mérések-

ről kutatási jelentést kellett készítenünk. A munkánkat az EC által támogatott kutatási szerződés keretében végeztük.

Végkifejlet: MRL-5 helyett Doppler radar

Az operatív digitális radarmérések 1996. január 1-től napi gyakorlattá és nélkülözhetetlenné is váltak Szolgálatunknál. Ma már a nagyközönség számára is elérhetők a digitális radar képek az OMSZ internetes honlapján keresztül. Ezek a képek már egy teljesen megújult radar hálózatból származnak, hiszen

először Budapesten, 2000-ben sikerült az MRL-5 radart lecserélni egy korszerű, 5 cm-es hullámhosszon működő, Doppler és polarizációs méréseket is lehetővé tévő radarra. Ezt követte 2003-ban a Napkori radar lecserélése és az obszervatórium felszámolása, majd legutóbb a Pogányvári radar üzembe helyezése, aminek következtében 2004 végén megszűntek a farkasfai radarmérések. Ezek az évek ugyancsak bővelkedtek izgalmas eseményekben, amelyekről – amint már említettem – leghitelesebben Nagy József tud majd beszámolni.

Dombai Ferenc

FELHÍVÁS

a Magyar Meteorológiai Társaság, a Nyugat-Magyarországi Egyetem Termőhelyismerettani Intézeti Tanszéke, az Erdészeti Tudományos Intézet, az Országos Erdészeti Egyesület, az OMSZ

2006. október 25-26-27-én

megrendezi a

A Magyar Meteorológiai Társaság XXXI. Vándorgyűlését

és az

V. ERDŐ ÉS KLÍMA Konferenciát.

A rendezvény helyszíne:

Mátrafüred

A konferencia ajánlott témakörei:

1. A klimatikus viszonyok alakulásának legújabb tapasztalatai hazánkban
2. A klimatikus változások hatásai faállományainkra
3. A mezoklimakutatás fejlesztési lehetőségei és eredményeinek hasznosítása az erdőgazdálkodásban
4. Kölcsönhatások az erdő és az atmoszféra között

A részvételi szándékot kérjük az alábbi címeken jelezni:

Pusztainé H. Magdolna
Magyar Meteorológiai Társaság
1027 Bp., Fő u 68.
Tel: 201-7525 Fax: 202-1216
e-mail: mmt@mtesz.hu

vagy

Dr Vig Péter
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Termőhelyismerettani Tanszék
9400 Sopron. Ady E. u. 5.
Tel.: 06/99/518 173
mobil.: 06/30/35 25 502
e-mail: pvig@emk.nyme.hu

KESZTHELY LÉGHŐMÉRSÉKLETE A XX. SZÁZADBAN

Bevezetés

Hazánkban a klímaváltozás kockázatainak megítélésénél lényeges, hogy a Kárpát-medence az óceáni, a kontinentális és a mediterrán éghajlati régiók határán helyezkedik el. E határzónában az éghajlati övek kisebb eltolódása is oda vezethet, hogy országunk átcsúszik a három hatás valamelyikének uralma alá (Mika 2002).

A globális klímaváltozás, mint komplex rendszer egyik eleme, a léghőmérséklet emelkedése hazánkban is kimutatható az elmúlt század mérései alapján. A jövőre vonatkozóan – Bartholy és Schlanger 2004-ben publikált modelleredményei alapján – 2050-re +0,8 – +2,8°C-os, 2100-ra +1,3 – +5,2°C-os hőmérsékletváltozás várható. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2004-ben kiadott 2. jelentése Európában 2100-ra 2,0–6,3°C hőmérsékletemelkedést prognosztizált.

Korábbi publikációnkban (Kocsis-Anda 2005) a csapadék hosszú idősoros elemzését végeztük Keszthely állomásra, melyből az elmúlt évtizedek csökkenő, de nem szignifikáns évi csapadékösszeg változását állapítottuk meg. Jelen publikáció ennek szerves folytatásaként a hőmérséklet hosszú idősorában bekövetkező esetleges változásokat kívánja feltárni azzal a céllal, hogy az elmúlt évtizedek léghőmérsékletében bekövetkező történések, és a globális klímaváltozás közti kapcsolatot áttekinthet. Az eredmények alapján két helyben élő érintett alkalmazói körnek, a mezőgazdasági termelőknek és a turizmusból élőknek kívánunk némi támpontot nyújtani a globális felmelegedésre való felkészülésben. A hőmérséklet alakulásában bekövetkező változások ismerete különösen a mezőgazdasággal foglalkozókat érdekelheti, mivel az meghatározza többek között a termesztendő növények körét, a tenyészidőszak hosszát és az életfolyamatok befolyásolásán keresztül magát a termést is.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkban az Országos Meteorológiai Szolgálat Keszthelyre vonatkozó, 100 éves (1901–2000) havi és az azokból képzett évszakos és évi homogenizált középhőmérsékleti adatait használtuk, melyet e célból a Szolgálat rendelkezésünkre bocsátott. A feldolgozásban az idősorok elemzésénél kiterjedten alkalmazott *lineáris trendszámítást*, valamint az adatsor *középtértékeinek* meghatározását végeztük. A legegyszerűbb éghajlati – statisztikai jellemzők közül a *számítási átlagot* (M), az

adatsor *terjedelmét* (R), az *átlagos abszolút eltérést* (d) és a *szórást* (σ) alkalmaztuk. Ezek mellett az adatok sorba rendezése után meghatároztuk az alsó, a felső kvartilis, a mediánt, valamint az adatsor maximumát és minimumát.

Az adatsor homogenizálását az OMSZ munkatársa, Szentimrey Tamás végezte MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization) eljárással, mely a matematika, a számítástechnika és az éghajlati adattörténeti információkat együttesen hívta segítségül (Szalai – Szentimrey 2001). A módszer leírása az idézett publikációban található.

Eredmények

A keszthelyi homogenizált évi középhőmérsékletek elemzése

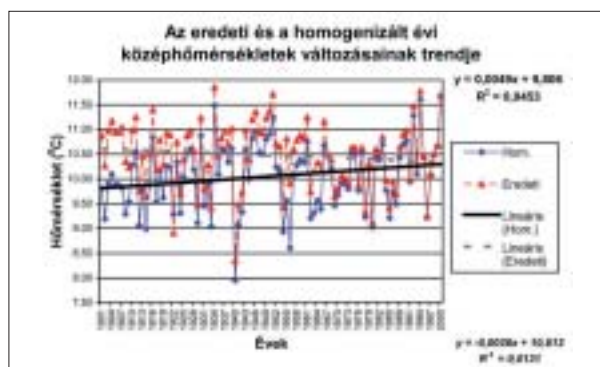
Az éghajlati szempontból homogén, így helytálló következtetések levonására alkalmas adatsor leíró statisztikai paramétereit az 1. táblázat összegzi.

1. táblázat: A keszthelyi homogén évi középhőmérsékleti adatsor fontosabb leíró statisztikai jellemzői

Átlag	10,06°C
Szórás	0,67°C
Maximum (év)	11,68°C
Minimum (év)	7,95°C
Terjedelem	3,73°C
Átlagos abszolút eltérés	0,54°C

A léghőmérséklet évi átlaga jól közelíti Magyarország sokévi középhőmérsékletének 10°C-os értékét. A legmagasabb és a legalacsonyabb évi középhőmérsékletek, valamint a szórás meglehetősen kiegyenlített hőmérsékletalakulást mutat. Az idősor adatainak alakulása szerint a hőmérséklet 5%-os szignifikancia szinten emelkedést jelez (0,49°C/100 év). A lineáris trendvizsgálat a homogenizált adatsornál igazolja a keszthelyi hőmérsékleti adatok alakulásában fellelhető melegedés hipotézisét, melyet az eredeti mért adatok nem tükröztek vissza (1. ábra).

Szalai és Szentimrey (2001) az ország nyugati felén a hőmérséklet becsült trendjét 0,72–0,85°C/100 év közöttinek, a keleti országrészben ennél mindenütt alacsonyabbnak, mindössze 0,49–0,60°C/100 év közöttinek találta. A két szélsőséges mérőhely Mosonmagyaróvár és Nyíregyháza volt. Bár Keszthely a Közép-Dunántúlon



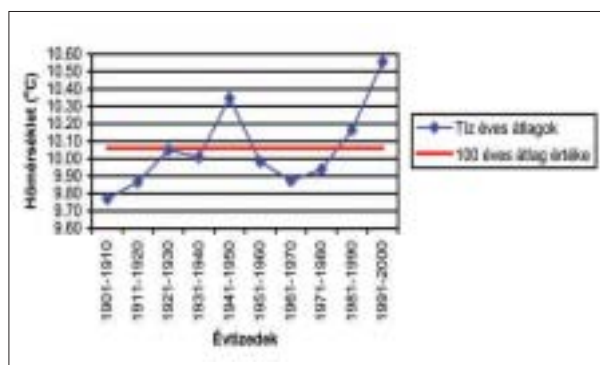
1. ábra: A homogenizált és eredeti évi középhőmérsékletek változásának trendje

található, a hőmérséklet emelkedése mégsem olyan nagy mértékű, mint az a többi, közeli területen fekvő, hosszú idősoros meteorológiai mérésekkel rendelkező város esetében.

A hőmérsékleti adatokból képzett tízéves átlagok kapcsolatát a száz éves, teljes periódus átlagával vetettük össze (2. ábra). Az 1941-1950-es évtized átlaga meghaladja a százéves átlagot, ami egybevág a tapasztalattal, hogy a XX. század közepén a hőmérséklet emelkedése egy csúcsot ért el, miután hűlő szakasz következett. A század végére újabb melegedés következett be, ami Keszthely esetében is a vizsgált időszak utolsó két évtizedének átlagában figyelhető meg. A tízéves átlagok közül az utolsó különösen magas értéket képvisel, míg az első volt a legalacsonyabb.

Korábbi megfigyelések a globális átlagolt hőmérsékleti sorokban 1880 és 1940 között melegedési periódust körvonalaztak, amelyet egy hűlési periódus követett. Ez utóbbi időszak időtartamát illetően eltérőek a vélemények. Általában a hűlési periódus végét többnyire 1960 és 1970 közé teszik. Ezek a megállapítások döntően a globális hőmérsékletre, vagy a hemiszférikus átlagokra vonatkoznak, s a regionális skálán igen eltérő képet mutatnak (Iványi 1998).

A Keszthelyre meghatározott tízéves átlagok változása közel esik a fent bemutatott hőmérséklet alakulás tendenciájához. Az 1941-1950-es csúcs után hűlő peri-



2. ábra: A homogenizált évi középhőmérsékletekből képzett tíz éves átlagok viszonya a 100 év átlagához

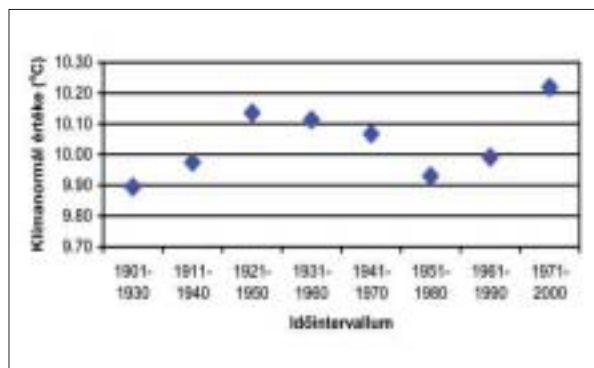
ódus következett, ami az 1971-1980-as évtizedtől kezdve melegedő szakaszba fordult. Az utolsó évtizedben a tízéves átlag elérte az eddigi tetőpontot.

Az adatok eloszlását jól jellemezhetjük a kvartilisekkel. A negyedelő értékek szerint 75%-os valószínűséggel a keszthelyi évi középhőmérséklet magasabb lesz, mint 9,54°C, 50%-os valószínűséggel magasabb lesz, mint 10,10°C, és 25%-os valószínűséggel meghaladja 10,53°C-ot (2. táblázat).

2. táblázat: A keszthelyi évi középhőmérsékleti adatsor (1901-2000) negyedelő értékei

Kvartilisek	Értéke (°C)	Valószínűség
Q1	10,53	25%
Q2 (medián)	10,10	50%
Q3	9,54	75%

A Meteorológiai Világszervezet által ajánlott módon, tízévenként számítva előállítottuk az adatsor alapján képzett harminc éves éghajlati normálértékeket (3. ábra). Az ábrán kirajzolódó tendencia megerősíti a XX. századot jellemző hőmérsékleti változásokat, miszerint a globális átlagolt hőmérsékleti sorokban 1880 és 1940 között melegedési periódus körvonalazódott, amelyet egy hűlési periódus követett. A hűlési periódus végét többnyire 1960 és 1970 közé teszik (Iványi 1998).

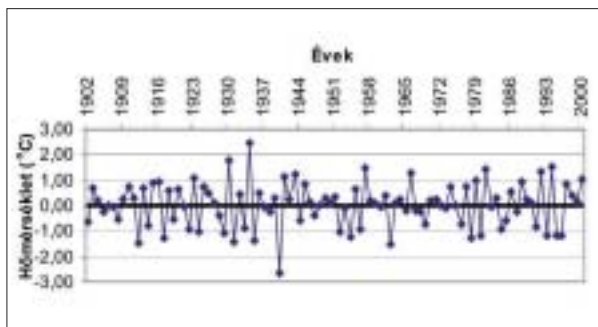


3. ábra: A homogenizált évi középhőmérsékletek alapján képzett, tíz évvel csúsztatott klímanormálok értékei

A hőmérséklet éves változékonysága

Varga-Haszonits (2003) szerint az éghajlatingadozásnak két interpretációja lehetséges: az egyik az adott érték és a sokévi átlag közötti különbség, a másik az egymásra következő értékek közötti különbség.

Az átlagtól vett legnagyobb eltéréseket az adatsor szélső értékeit képviselő évek, negatív irányban az 1940-es (-2,11°C), pozitív irányba a 2000-es év (1,62°C) képviselték. Az egymást követő évek közötti hőmérsékletkülönbség a változékonyságra utal. A 4. áb-



4. ábra: Az egymást követő évek középhőmérsékleteinek különbségei (a vastag vonal jelenti a nulla értéket, amikor az egymást követő évek között nincs különbség)

rán láthatjuk, hogy Keszthely esetében a legnagyobb pozitív különbség 1934-ben adódott (2,44°C), negatív irányban pedig 1940-ben (-2,67°C) figyelhető meg az egymást követő évek közötti legnagyobb eltérés. Keszthely esetében a változékonnyabb időszak nem a XX. század második felére, végére tehető, hanem annál korábbi időszakokra esik. A változékonyság nem mutat szignifikáns, tendenciózus változást sem emelkedő, sem csökkenő irányban.

A hőmérséklet évszakos változásai

A mezőgazdasági termelés szempontjából a légköri tényezők közül a hőmérséklet és a csapadék az a két elem, amely egyrészt a legfontosabb szerepet tölti be a termesztett növények produktivitásában, másrészt ezekre vonatkozóan rendelkezünk kellő tartamú műszeres megfigyelési sorozatokkal. A hazai növénytermesztés szempontjából a kimutatható hőmérsékleti változások elsődleges fontosságúak (Szász, 1994). A hőmérséklet esetleges évszakos változásai nagy hatással lehetnek természetes és termesztett növényeink életfolyamataira, fejlődésére, produktivására, ezért a hőmérséklet évszakos átlagértékeinek elemzése nem hiányozhat vizsgálataink közül.

3. táblázat Az évszakos homogenizált középhőmérsékletek változása Keszthelyen 1901-2000 között (*-5%-os szignifikancia szinten szignifikáns)

Évszak	Merekség	R ²
Tavaszi (III.-IV.-V. hó)	0,004	0,0112
Nyári (VI.-VII.-VIII. hó)	0,0061	0,0395 *
Ősz (IX.-X.-XI. hó)	0,0032	0,0066
Téli (XII.-I.-II. hó)	0,0012	0,0009

Az egyes évszakoknál lineáris trendet illesztettünk a 100 éves adatsor alapján képzett évszakos bontású adatokra annak érdekében, hogy az egyes évszakok hőmérsékleti viszonyaiban esetlegesen felfedezhető változások irányát meghatározzuk (3. táblázat).

Az R² alapján a nyári esetben figyelhető meg 5%-os szinten szignifikáns felmelegedés. A változás mértéke – meghaladja az évi átlaghőmérsékletben tapasztaltat (+0,49°C/100 év) – +0,61°C/100 év. A nyári hőmérsékletemelkedés még a csapadékelátottság változatlansága mellett is növeli az aszályhajlamot. Azonban Mika (2002) prognózisa szerint a félgyömbi átlaghőmérséklet kisebb emelkedésével párhuzamosan a nyári félévben fokozottan 50-110 mm csapadékcsökkenés várható, ami az aszályok előfordulásának valószínűségét még inkább növeli.

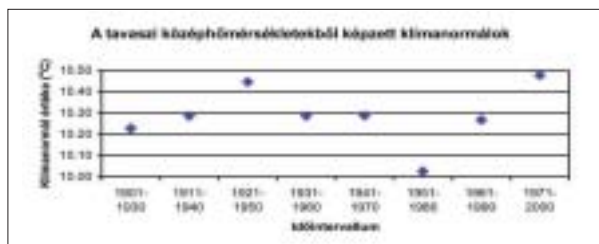
A 4. táblázat az egyes évszakok legfontosabb leíró statisztikai jellemzőit mutatja be.

4. táblázat: Az egyes évszakok 100 éves homogenizált hőmérsékleti adatsorának legfontosabb leíró statisztikai jellemzői

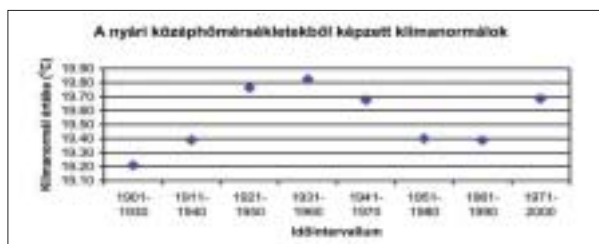
	Tavaszi	Nyári	Ősz	Téli
	[°C]			
Átlag	10,31	19,56	10,44	1,58
Szórás	1,10	0,89	1,13	1,19
Maximális érték	13,17	21,73	12,87	4,63
Minimális érték	7,97	17,63	7,10	-2,27
Terjedelem	5,20	4,10	5,77	6,90
Átlagos abszolút eltérés	0,89	0,72	0,91	0,92

Az egymást követő évek évszakos középhőmérsékleteinek változékonysága minden évszak esetében enyhén, s nem szignifikánsan növekvő tendenciájú. Ez a változás a tavasz esetében a legmagasabb, ami 0,15°C-ot tesz ki. A többi évszaknál a változás tendenciája még ennél is alacsonyabb. A jövőre vonatkozóan a múlt adatai alapján azt állapíthatjuk meg, hogy nem kell számítanunk az egymás után bekövetkező szélsőséges középhőmérsékletű évszakok nagyobb mértékű előfordulására.

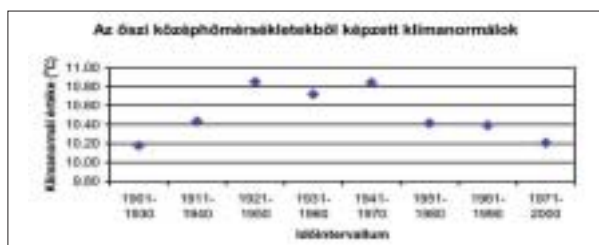
Az egyes évszakok esetében végbemenő változásokat tízévenként meghatározott harminc éves átlagértékekkel kívántuk bemutatni (5. a., b., c., d. ábrák). A tavasz és a nyári esetben az éves középhőmérsékletekből képzett klímanormálok tendenciájához hasonló „S” alakú görbe rajzolódik ki, míg az őszi és a téli esetben az éghajlati normálértékek tendenciája ettől eltérő. A változásokat az ábrák jól szemléltetik.



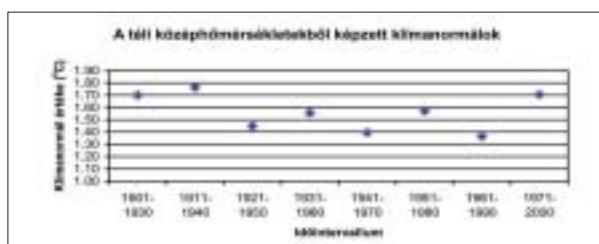
5. a ábra: A tavaszi középhőmérsékletekből képzett klímanormálok



5. b ábra: A nyári középhőmérsékletekből képzett klímanormálok



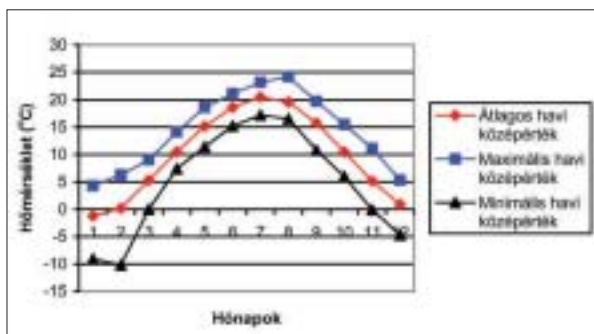
5. c ábra: Az őszi középhőmérsékletekből képzett klímanormálok



5. d ábra: A téli középhőmérsékletekből képzett klímanormálok

A havi homogenizált középhőmérsékletek alakulása Keszthelyen

A 6. ábrán a havi középhőmérsékletek eloszlása látható, ahol az átlag mellett a legalacsonyabb és legmagasabb havi középhőmérsékleteket is feltüntettük, így a változékonyság jól szemléltethető. A téli hónapokban (január, február, december) a legnagyobb a havi középhőmérsékletek változékonysága, itt mozog a szélesebb határok között a havi középérték. Ezekben a hónapokban az átlagos havi középhőmérséklethez képest negatív irányban nagyobb eltérés mutatkozik a havi adatok szélső értékei esetében, mint pozitív irány-



6. ábra: Keszthely átlagos, maximális és minimális havi középhőmérsékleti értékei 1901-2000 között

ban. Márciustól kezdve a középértékek ingadozása lecsökken és az év további részében közel azonos szinten marad.

A korábbiakhoz hasonlóan a hőmérséklet havi középértékeinek 100 éves adatsorában tapasztalható eltérések megjelenítését lineáris trenddel szemléltetjük (5. táblázat).

5. táblázat A havi középhőmérsékletek változásának tendenciái Keszthelyen 100 év adatai alapján

Hónapok	A trend egyenes meredeksége	R ²
Január	0,0073	0,006
Február	0,0167	0,0257
Március	-0,0007	0,0001
Április	0,0084	0,0226
Május	0,0044	0,0068
Június	0,0057	0,0162
Július	0,0045	0,0103
Augusztus	0,0079	0,0317
Szeptember	0,0068	0,0165
Október	0,0018	0,0012
November	0,0009	0,0002
December	-0,0045	0,0039

A március és december hónapok kivételével a havi középhőmérsékletek emelkedő tendenciát mutatnak, de mivel R² egyik hónap esetében sem éri el az 5%-os szignifikancia szinthez tartozó küszöbértéket, nem állíthatjuk bizonyosan, hogy bármelyik hónapban a hőmérséklet emelkedne.

Megállapítások

Keszthelyen a XX. században a homogenizált évi középhőmérsékletek szignifikánsan melegebb tendenciát mutatnak, mely valószínűsíthető, hogy városunk esetében a globális klímaváltozás várhatóan hőmér-

sékletemelkedést eredményezhet. Az egyes évszakok közül a nyárnál figyelhető meg szignifikáns hőmérsékletnövekedés. Ez a csapadék esetleges csökkenésével együtt igen kedvezőtlen hatást gyakorolhat természetű növényeink vízgazdálkodására, az öntözés nélküli mezőgazdasági területekre. Ha a prognosztizált csapadékcsökkenés és melegedés valóban bekövetkezik, a környék növénytermesztéssel foglalkozó szakembereinek újra kell gondolni termesztés-technológiájukat. Öntözés nélküli termesztésnél a korábbiaknál jobban figyelembe kell venni azokat a talajművelési és egyéb eljárásokat, melyek a téli-tavaszi csapadék megőrzését szolgálják. Értékesebb és vízigényesebb növénykultúráknál várhatóan az öntözés elkerülhetetlenné válik.

A balatoni turizmus szempontjából pozitív hatással bírhatnak a nyári magas hőmérsékletek és a csapadékszegényebb nyári időszak. Ennek ellenére nem szabad megfeledkezniük az elmúlt években alacsony vízszintet okozó csapadékhányról sem, ami a csapadék csökkenésével egyre nagyobb valószínűséggel megismétlődhet a jövőben is.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti az Országos Meteorológiai Szolgálatot a homogenizált adatok rendelkezésünk bocsátásáért, vala-

mint Dr. Szentimrey Tamást a homogenizált adatok létrehozásáért és az adatokkal kapcsolatos segítségéért.

Kocsis Tímea – Anda Angéla
Veszprémi Egyetem Georgikon
Mezőgazdaságtudományi Kar
Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék,
Keszthely

Szakirodalmi források

- Bartholy J. – Schlanger V. /2004/: Az éghajlat regionális modellezése In: Természet Világa 135. évf., II. különszám, pp. 40-44.
- Impacts of Europe's changing climate (Summary), EEA Report No. 2./2004, Luxembourg
- Iványi Zs. /1998/: Szárazföldi felszíni hőmérsékleti trendek In: Az éghajlatváltozás és következményei, Meteorológiai Tudományos Napok '97, Budapest, pp. 79-87.
- Kocsis T. – Anda A. /2005/: Az évi csapadék-mennyiség változásának tendenciái Keszthelyen, 130 év mérése alapján. Légkör 2005. 2. szám, Budapest, pp. 16-20.
- Mika J. /2002/: A globális klímaváltozásról In: Fizikai Szemle 2002/9: 258-268.
- Szalai S. – Szentimrey T. /2001/: Melegedett-e Magyarország éghajlata a XX. században? In: Berényi Dénes Jubileumi Ünnepe Előadásai, Debrecen, pp. 203-214.
- Varga-Haszonits Z. /2003/: Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati scénáriók. AGRO-21 Füzetek 2003/31., pp. 9.-28.

KISLEXIKON

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

radar reflektivitás (dBZ)

Dombai F.: Adalékok a radarmeteorológiáról...

Teljes nevén radar reflektivitási tényező. Jele: Z. Az időjárási radar hullámhosszánál kisebb méretű céltárgyakról (csapadékrészecskékről) történő energiavisszaverődés hatékonysága. Értéke a cseppek átmérőjének hatodik hatványától függ. Mértékegysége mm^6/m^3 . Gyakran használják a hangtanból ismert logaritmikus skálán kifejezett értékét az egységnyi ($1 \text{ mm}^6/\text{m}^3$) hatékonysághoz viszonyítva. Ennek a paraméternek decibell-Z, azaz dBZ a mértékegysége. A mérési tapasztalatok szerint a reflektivitási tényező értéke összefügg a csapadéktevékenység intenzitásával. Néhány tipikus érték (a mérési bizonytalanságot is figyelembe véve a mérés középértékével megadva):

reflektivitási tényező (dBZ)	10	20	30	40	50	60
csapadékinzintitás (mm/óra)	< 0,1	0,2	2	10	45	200

Torricelli-féle kiömlési törvény

Gyüre B. és társai: Környezeti áramlások

Egy tartály kiömlőnyílásánál a folyadéksugár sebessége egyenes arányos a nyílás fölötti folyadékoszlop magassá-

gának négyzetgyökével, arányossági tényező a gravitációs gyorsulás kétszeresének négyzetgyöke, vagyis: $v = (2gh)^{1/2}$. Ezt Evangelista Torricelli ismerte fel először 1646-ban.

Kelvin-Helmholtz-instabilitás

Gyüre B. és társai: Környezeti áramlások

Ha különböző sűrűségű – összenyomhatatlan – folyadékok vagy gázok áramlanak egymás fölött, egymástól eltérő sebességgel, akkor a választófelület annál inkább hullámozik, minél nagyobb az áramlási sebességek különbsége.

mammatusz felhő

Gyüre B. és társai: Környezeti áramlások

Felhőhöz kapcsolódó járulékos képződmény a felhő alján jelentkező kerekded kidudorodás formájában. Leggyakrabban zivatarfelhőhöz (cumulonimbus) kapcsolódik, de megfigyelték már jégtűfelhő (cirrus), bárányszerű (cirrocumulus), magas gomolyfelhő (altocumulus), magas rétegfelhő (altostratus) és gomolyos rétegfelhő (stratocumulus) esetén is. Az elnevezés a latin mamma (emlő) szóból ered.

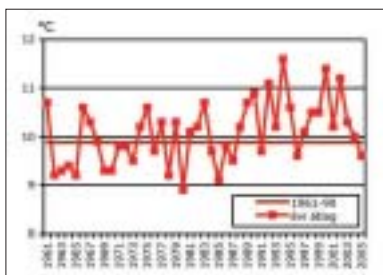
Összeállította: Gyuró György

A 2005. ÉV IDŐJÁRÁSA

A 2005. év országos átlagban valamivel hidegebb, és 20%-kal csapadékosabb volt mint a sokévi átlag – a csapadék havi értékei azonban rendkívüli változékonyságot mutatnak.

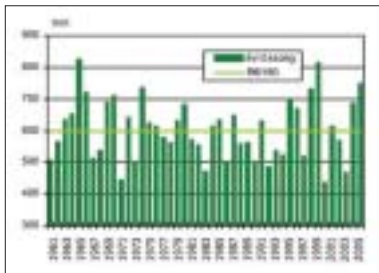
Az év folyamán minden évszak szolgált időjárási szélsőségekkel. Január első fele az átlagnál 6-8 fokkal melegebb, február ellenben jóval hidegebb volt. Április 18-án és május 4-én komoly felhőszakadások okoztak hirtelen kialakuló árvizet a Mátrában majd Zemplénben (*Légkör* 50. évf. 2. szám, pp 6-10.), május 18-án intenzív jégesővel kísért heves zivatarok vonultak végig az országon, jelentős kárt hátrahagyva (*Légkör* 50. évf. 3. szám, pp 12-17.). Május végén az ország több pontján megdőlt az évszázados melegrekordok, alig két héttel később viszont már olyan rendkívüli volt a hideg, hogy aki tehetett, visszakapcsolta a fűtést. A nyár szélsőségesen csapadékos volt, augusztusban az ország nagy részén olyan sok eső esett, amire Magyarországon ebben a hónapban a meteorológiai mérések kezdete óta nem volt példa. Az ősz ezzel szemben jóval szárazabb volt az átlagnál: októberben országos átlagban a sokévi mennyiségnek csupán 20%-a, de novemberben is csupán a fele hullott le.

2005-ben az országos évi középhőmérséklet 9,7 °C volt, ami 0,2 °C-kal elmaradt az 1961-90-es 30 éves átlagtól (1. ábra).



1. ábra. Az országos évi középhőmérsékletek és a sokévi (1961-90) átlag

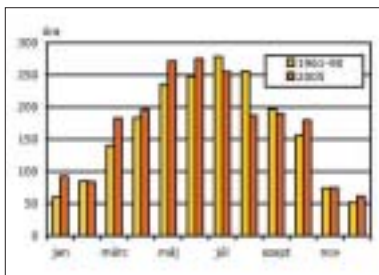
Az elmúlt évben országos átlagban 748 mm csapadék hullott, ami mintegy 20%-kal haladja meg a sokévi átlagot (2. ábra).



2. ábra. Az átlagos évi csapadékösszegek és a sokévi (1961-90) átlag

NAPFÉNYTARTAM

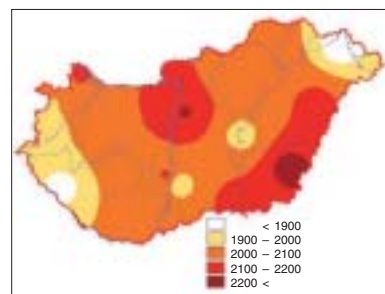
2005-ben az átlag 104%-ában, 2051 órán át sütött a nap hazánkban. A napsütéses órák számának havi értékeit mutatja be a 3. ábra. Február, július augusztus és szeptember kivételével átlag feletti mennyiségű napsütésben volt részünk az év során. A sokévi menet maximuma júliusban van, 2005-ben azonban június volt a legnaposabb hónap. A sokévi átlagértéktől a szélsőségesen csapadékos augusztus napfénymennyisége maradt el legnagyobb mértékben.



3. ábra. A napsütéses órák havi összegei 2005-ben és 1961-90 között

Hazánk területén a napfénytartam éves összege átlagosan 1750 és 2050 óra között alakul. A napsütéses órák éves összege 2005-ben 1820 és 2260 óra között váltakozott az ország területén, az átlagosan 2051 óra 4%-kal haladja meg az

1961-90-es átlagértéket. Általában a Dél-Alföldön és Baranyában éri el a maximumát a napfénytartam, míg minimuma az Alpokalján és az ország északkeleti részén van. A napsütéses órák számának 2005. évi eloszlását mutatja a 4. ábra. A legnaposabb területek a Tiszántúl délkeleti felében voltak, míg a legalacsonyabb értékeket az északkeleti határ mentén mérték.

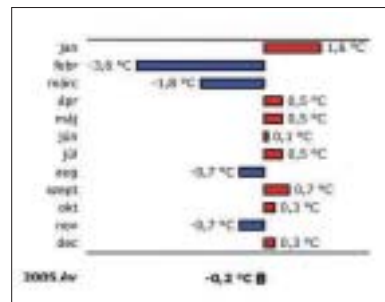


4. ábra. A napsütéses órák száma 2005-ben

HŐMÉRSÉKLET

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

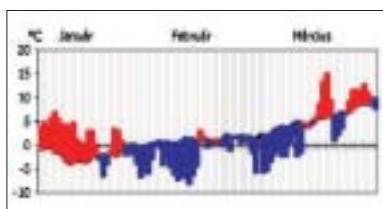
Január az átlagnál enyhébb volt 2005-ben. Középhőmérséklete a normálnál több mint másfél fokkal magasabb, országos átlagban -0,5 °C volt. A hónap közepéig az átlagnál jóval enyhébb volt az idő: január legmelegebb napján, 5-én országszerte 8-14 fokkal csúcshőmérsékleteket mértek. 23-a után azonban egyértelműen beköszöntött a tél.



5. ábra. Az országos havi középhőmérsékletek eltérése a sokévi átlagtól a 2005. évben

Február a megszokottnál lényegesen hidegebb volt 2005-ben, a hónap középhőmérséklete összességében $3,6^{\circ}\text{C}$ -kal elmaradt a normálértéktől. Február első felében dermesztő volt a hideg, de a hónap második felében is csak 3 nap középhőmérséklete haladta meg a sokévi átlagot. A minimumhőmérséklet a hónap során szinte mindig egy napon 0 fok alá süllyedt: országsszerte 24-28 nap volt fagyos.

Március középhőmérséklete is több mint másfél fokkal alacsonyabb volt a megszokottnál, országos átlagban $3,2^{\circ}\text{C}$ -nak adódott. A hónap első harmadában a napi középhőmérsékletek $5-7^{\circ}\text{C}$ -kal elmaradtak az átlagtól, március közepén azonban jóval átlag feletti volt a meleg: a hónap legmelegebb napján, 18-án a legnagyobb nappali felmelegedés országsszerte elérte a $18-23^{\circ}\text{C}$ -ot.

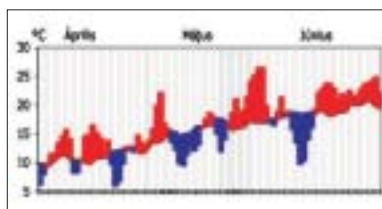


Április időjárását a változékonyság, a jelentős hőmérsékletingások jellemezték. Az átlagosnál hidegebb időszakok ellenére – a megszokottnál melegebb periódusok miatt – a hónap középhőmérséklete országos átlagban a szokásosnál fél fokkal magasabbnak, $10,9^{\circ}\text{C}$ -nak adódott.

Május is melegebb volt a sokévi átlagnál, középhőmérséklete országos átlagban $15,9^{\circ}\text{C}$ -nak adódott. A hó eleji meleg időszak után komoly károkat okozó, viharos széllel köszöntött be a hideg, de a hónap utolsó dekádjában megint az átlagnál lényegesen melegebb volt az idő. Május 29-én és 30-án az ország több pontján megdőlt az évszázados melegrekordok: 30-án Köröszakálon $34,4^{\circ}\text{C}$ -os maximumhőmérsékletet mértek.

Június a május végi meleg után átlag feletti hőmérséklettel köszön-

tött be, amit hamarosan igen erős lehűlés követett. Június 9-én a maximum hőmérsékletben százéves negatív rekord dőlt meg: Pécsen a napi maximum- és minimumhőmérséklet is 7 fok volt, de az ilyenkor szokásos 25 fok helyett országsszerte is csupán $6-14$ fokot mutattak a hőmérők. A hónap második felében átlag felett alakultak a napi középhőmérsékletek, így június átlaghőmérséklete összességében átlag körül alakult.

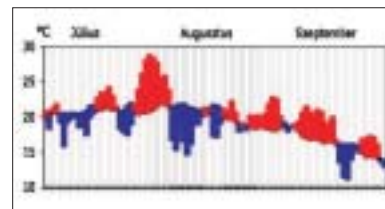


Július középhőmérséklete országosan és összességében magasabb volt az átlagnál, a hónap végi nagy melegnek köszönhetően: július utolsó hetében igazi kánikulában volt részünk. Százéves melegrekordok ugyan nem dőlték meg, de az ország egész területén másodfokú hőségriadónak megfelelő készültség volt érvényben. Júliusban az országban 18-25 nap volt nyári, valamint 4-8 nap volt hőségnap.

Augusztus hőmérséklete szeszélyesen alakult, az átlagnál melegebb és hidegebb időszakok váltogatták egymást. A hónap elején évszázados hidegrekord is megdőlt, augusztus 9-én, a Nógrád megyei Zabaron $4,6^{\circ}\text{C}$ -ot mértek. Augusztus középhőmérséklete az ország nagy részén $0,5-1,3$ fokkal elmaradt a sokévi átlagértéktől, az ország nyugati csücskében valamint keleti harmadában azonban $0,1-0,5$ fokkal melegebb volt a normálnál.

Szeptemberben egy rövid, egy hetes időszakot kivéve a napi középhőmérsékletek az egész hónap során átlag felett alakultak. Az ország legnagyobb részében ezért a hónap középhőmérséklete $0,9-1,3^{\circ}\text{C}$ -kal magasabb volt a normálnál, az átlagtól vett pozitív eltérés csak a magashegységekben illetve a

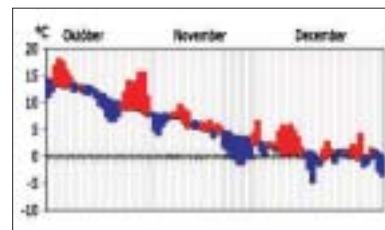
délnyugati országrészben volt ennél kisebb.



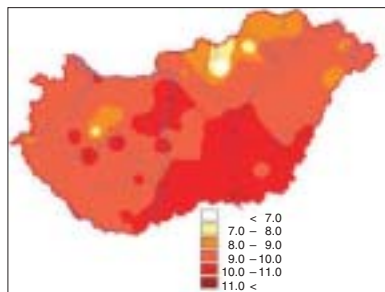
Október középhőmérséklete országos átlagban közel fél fokkal meghaladta a sokévi átlagot, ami a hónap eleji és végi egy-egy hetes, a megszokottnál $4-6^{\circ}\text{C}$ -kal melegebb periódusoknak volt köszönhető. Az ország déli-délkeleti vidékein a hónap folyamán még előfordult 1-2 nyári, az évnek ezt a szakát inkább jellemző fagyos napot azonban nagyobb számban regisztráltak: országosan 1-6 napon csökkent nulla fok alá az éjszakai minimumhőmérséklet.

November $0,7^{\circ}\text{C}$ -kal hidegebb volt a szokásosnál, a hónap középhőmérséklete országos átlagban $3,5^{\circ}\text{C}$ -nak adódott. Novemberben az ország keleti felében 17-24, a nyugati országrészben 8-15 nap volt fagyos. Téli nap országsszerte 1-2 napon fordult elő, a hegyvidéki területeket kivéve, ahol 8-11 nap volt téli.

December első harmadában a napi középhőmérsékletek országsszerte $4-5$ fokkal meghaladták a sokévi átlagot – javarészt ennek tudható be, hogy a hónap középhőmérséklete az ország legtöbb régiójában $0,1-1$ fokkal melegebb volt mint a szokásos. A hónap során mindössze 5-6 napon nem süllyedt fagypontra a hőmérséklet az ország területén. Téli nap az északi országrészben 5-10, a középső és déli vidékeken 0-3 alkalommal fordult elő, zord napot pedig országos átlagban egyszer regisztráltak.



2005-ben az országos évi középhőmérséklet $9,7^{\circ}\text{C}$ volt, ami $0,2^{\circ}\text{C}$ -kal elmaradt az 1961-90-es 30 éves átlagtól. Az országon belül $5,5^{\circ}\text{C}$ és $11,3^{\circ}\text{C}$ között alakultak az évi középhőmérséklet értékek (6. ábra).



6. ábra. 2005. évi középhőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)

A hőmérsékleti küszöbnapok száma tavaly nagyjából a sokévi átlagnak megfelelően alakult: a meleg küszöbnapok száma némileg elmaradt a normálértékektől, a hideg küszöbnapok száma pedig valamivel meghaladta azokat.

2005-ben országos átlagban 29 nap volt téli, 1 nappal több mint a szokásos, és 14 nap zord, ami 3 nappal több, mint a megszokott. Nulla fok alatti hőmérséklet 116 napon fordult elő – a 30 éves átlagérték 97 nap.

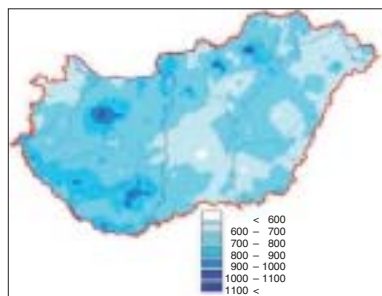
2005-ben nyári nap 69 volt átlagosan, ami a szokásosnak megfelelő érték. A hőségnapok száma 13 volt, ami mindössze 3 nappal marad el az átlagos 16-tól. Tavaly átlag 1 forró napunk volt, ami megfelel az 1961-1990-es időszak átlagának.

CSAPADÉK

Az elmúlt évben országos átlagban 748 mm csapadék hullott, ami mintegy 20%-kal haladja meg a sokévi átlagot. Az év 6-6 hónapjában fordultak elő átlag alatti illetve feletti csapadékmennyiségek, a legjelentősebb anomáliákat augusztusban és októberben regisztrálták (ld. később a 8. ábrán).

Az éves csapadékmennyiség országon belüli eloszlása nagyjából a

sokévi átlagnak megfelelően alakult: az ország relatíve legcsapadékszegényebb vidékei az alföldi területek és az észak-nyugati országrész voltak, amelyek az év során az átlagnak megfelelő csapadékmennyiségben részesültek. A legcsapadékosabb országrészek a dél-dunántúli valamint a hegyvidéki területek voltak. Az év során a legkevesebb csapadék (565 mm) Tass térségében hullott, a legnagyobb csapadékösszeget pedig (1171 mm) Miskolc-Lillafüreden regisztrálták (7. ábra).



7. ábra. A 2005. évi csapadékösszeg (mm)

Januárban országos átlagban a szokásos csapadékmennyiségnek csak kevesebb, mint fele hullott le. A csapadék területi eloszlása azonban változatos volt: az ország északi régióiban az átlag 60-70%-ának megfelelő volt a csapadékhözam, míg a délkeleti vidékeken helyenként a normál 10%-át sem érte el a havi csapadékösszeg. Január 16 napján hullott hó az ország területén, a hegyvidéki területek kivételével centiméterekben mérhető hótakaró azonban csak a 25-ével kezdődő nagy, 3 napig tartó országos havazást követően maradt meg.

Februárban, országos átlagban a normálnál közel 28%-kal, 10 mm-rel több csapadék hullott. A hónap jellemző csapadéka a hó volt (amely a hideg miatt a hónap egészében megmaradt), eső, havas eső csak elvétve, 3-4 napon fordult elő február folyamán. Ónos esőt 3 napon regisztráltak, az ország észak-nyugati vidékein.

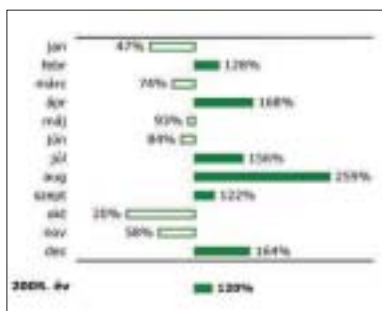
Március csapadékhözama országos átlagban közel 30%-kal elma-

radt a szokásostól, a hónap első felében a havazás, 17-étől kezdve pedig inkább az esőzés volt jellemző. A csapadékos napok számának eloszlásában kelet-nyugati irány dominált, a csapadékszegényebb keleti régiókban 5-10, míg a nyugati országrészben 9-13 napon hullott csapadék. A csapadékhözam országon belüli megoszlásában ezzel szemben határozott észak-déli mintázat volt jellemző, az ország délnyugati vidékein az északkeleti területek havi csapadékösszegének közel tízszerese hullott le március folyamán.

Áprilisban, országos átlagban a szokásos több mint másfélszeresének megfelelő mennyiségű csapadék hullott, a csapadékhözam országon belüli eloszlása azonban nem volt egyenletes. Míg a nyugati régiókban átlag körül alakult az áprilisi csapadékösszeg, addig a keleti, északkeleti országrészben egyes területeken a sokévi átlag háromszorosát is meghaladta a havi csapadékhözam. Az átlagtól való jelentős eltérés nagyrészt a 20-a körüli igen heves esőzéseknek volt köszönhető: a Mátrában április 18-án egy lokális zivatar következtében a megáradt Kövecses- és Csörgő-patakok elárasztották Mátrakeresztes községet, hidakat, utakat és lakóházakat sodortak el, gépkocsi méretű sziklák görögtek a völgyekben. A Pásztó-Mátrakeresztes fölötti mátrai települések közül Mátraszentlászlón 111 mm, Mátraalmás-Szuhán pedig 63 mm csapadékot mértek 24 óra alatt – a térségben az április **havi** átlagos csapadékösszeg 40-45 mm körül alakul.

Május elején újabb hirtelen árhullám okozott komoly károkat, ezúttal Zemplénben, a 4-i intenzív esőzés két halálos áldozatot követelt. A hónap csapadékhözama országos átlagban mégis közel 10%-kal kisebb volt a megszokottnál, de még ez az átlag alatti csapadékmennyiség is jórészt a hónap közepe, 17-18-i zivatartevékenységből

származó országos csapadékhullásnak volt köszönhető. A május jellemző csapadéka az eső volt, amely leggyakrabban zivatartevékenység következményeképpen illetve záporokból hullott. Az országban egy napon regisztráltak jégesőt.



8. ábra. Havi csapadékösszegek 2005-ben az 1961-1990-es normál százalékában

Júniusban országos átlagban közel 20%-kal kevesebb csapadék hullott mint az ilyenkor szokásos, a csapadékhozam területi eloszlása azonban nem volt egyenletes. Az átlagosnál több eső esett az Alföldön, ahogy az ország északkeleti valamint délnyugati csücskében is míg például a Balaton környékén a júniusban szokásos csapadékösszegeknek csak 50-60%-a hullott le. Jégeső júniusban szórványosan, 1-2 napon fordult elő.

Július az átlagnál csapadékosabb volt, országos átlagban az évnek ebben a szakában szokásos csapadékmennyiség másfélszerese hullott le a hónap során. A csapadék országon belüli eloszlása azonban nem volt egyenletes, míg a középső illetve déli régiókban az átlagos csapadékmennyiség több mint két – két és félszerese hullott le, addig például a keleti határszálen helyenként az átlagot sem érte el a havi csapadékösszeg. A csapadék jelentős része a hónap első felében érkezett, 9-e és 12-e között lokális zivatárokból az átlagos havi csapadékmennyiség kétháromszorosa hullott az ország több pontján is.

Augusztus, júliushoz hasonlóan a szokásosnál jóval csapadékosabb

volt 2005-ben. A hónap során háromszor fordult elő komoly károkat okozó csapadékhullás, augusztus elején (3-4-én), közepén (14-17-e között), és végén (21-22-én). Az özőnvízszerű esőzések következtében több száz lakóépület rongálódott meg, de komoly károkat okozott a csapadékos időjárás miatt kritikussá vált belvízhelyzet is (25 ezer hektár terület került víz alá), valamint hogy több folyó megáradt, sokhelyütt harmadfokú árvízvédelmi intézkedést kellett elrendelni. Az ország délkeleti régiójában a szokásos havi csapadékmennyiség 4 – 4,5-szeresének megfelelő eső hullott le augusztus folyamán, de az ország más területein is a normál 2-3-szorosa volt a havi csapadékösszeg.

Szeptember országos átlagban a megszokottnál közel 30%-kal csapadékosabb volt, a csapadékhozam országon belüli eloszlása azonban nem volt egyenletes. Míg a nyugati országrészben a szokásos mennyiségnek csak mintegy 80%-a hullott le, addig az ország középső és déli vidékein a havi csapadékösszeg a sokévi átlag másfél-kétszeresének felelt meg. Az országban 10 napon fordult elő csapadékhullás, jellemzően záporokból, szeptember 20 napja volt teljesen csapadékmentes.

Október jóval szárazabb volt az átlagnál, az ország keleti felében a szokásos csapadékhozam 20-40%-a, míg a nyugati országrészben mindössze 4-8%-a hullott. A havi csapadékmennyiség a viszonylag csapadékosabb keleti területeken 6-8 napon, a nyugati vidékeken 2-4 nap alatt hullott. A hónap jellemző csapadéka az eső volt, de 16-án, az Északi-középhegységben hózáport is regisztráltak.

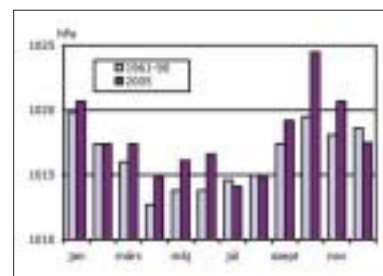
November csapadékhozama elmaradt a sokévi átlagértéktől, országos átlagban a szokásos mennyiség 60%-a hullott le a hónap során. Legtöbb csapadékban (60-70 mm) a nyugati országrész része-sült, legszárazabbak pedig az északi és délkeleti vidékek voltak, ahol

a havi csapadékösszeg csak a normál 30-50%-át tette ki. A csapadékhozam hónapon belüli eloszlása sem volt egyenletes, míg november első fele kifejezetten száraz, második fele az átlagosnál csapadékosabb volt. A hónap csapadékosabb, második felében az esővel szemben már a hó dominált: országos átlagban 4-9 napon regisztráltak havazást.

Decemberben a csapadék országos átlaga 75 mm volt, ez a mennyiség több mint 160 %-a az ilyenkor megszokottnak. A területi eloszlásban ugyanakkor nagy különbségek voltak az egyes régiók között: az ország északi részében közel két és félszerese, a déli régiókban viszont csupán 130%-a volt a csapadékhozam a normálnak. Bár néhány napon eső is esett (2-3 napon ónos esőt is regisztráltak), a december jellemző csapadéka a hó volt: a hónap szinte minden napján előfordult havazás vagy hószállingózás. A havi csapadékmennyiség több mint egyharmada a két ünnep között hullott le, országos havazás formájában.

LÉGNYOMÁS

A légnyomás átlagos értéke a nagytérségű időjárási képződmények gyakoriságát jellemzi. A tengerszintű légnyomás átlagos- és 2005. évi menetét mutatja be a 9. ábra oszlopdiagramja.



9. ábra. A tengerszintű légnyomás havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen

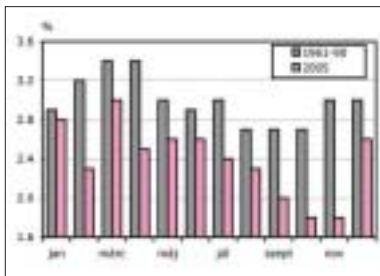
Az átlagos évi menetben kettős hullám látható. A főmaximum januárban van, a másodmaximum októberben. Ezeket a hónapokat jellem-

zi az anticiklonok gyakori előfordulása. A minimumok áprilisban, illetve novemberben jelentkeznek, amikor nagyobb a ciklongyakoriság. A 2005. évi átlagokat reprezentáló oszlopok azt mutatják, hogy a főmaximum októberben volt, a másodmaximum pedig januárban. 2005-ben 3 minimum fordult elő a légnyomás havi átlagában, időrendi sorrendben áprilisban, júliusban majd pedig decemberben.

SZÉL

Az átlagos szélsébség alapján hazánkat mérsékelt szelűs területnek minősíthetjük. A szélsébség évi átlagai 2–4 m/s között változnak. Jellegzetes a szélsébség évi járása (10. ábra), legszelesebb időszakunk a tavasz első fele (március, április hónapok), míg a legkisebb szélsébségek általában ősz elején tapasztalhatók.

A 10. ábra alapján elmondhatjuk, hogy a szokásosnál sokkal kevésbé volt szelű a 2005. év időjárása Bu-



10. ábra. A szélsébség havi átlagai
Budapest-Pestszentlőrincen

dapest-Pestszentlőrincen, és az évi menet sem a sokévi átlagnak megfelelően alakult. A tavaszi maximum márciusra tolódott, de értéke így is elmaradt a sokévi átlagtól, a nyári másodmaximum május-júniusban következett be. Az ősz végén általában tapasztalható nagyobb szélsébségek 2005-ben ősszel nem, csak decemberben jelentkeztek.

Összeállította: **Schlanger Vera**

Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérései szerint a 2005-es év szélsőségei, a mérés helye és ideje:

- A legmagasabb mért hőmérséklet: 36,9 °C, Körösszakál július 31.
- A legalacsonyabb mért hőmérséklet: -26,5 °C, Pitvaros, február 9.
- A legnagyobb évi csapadékösszeg: 1171 mm, Miskolc/Lillafüred
- A legkisebb évi csapadékösszeg: 565 mm, Tass
- A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg: 164 mm, Mezőhek, augusztus 4.
- A legvastagabb hótakaró: 94 cm, Kékestető, február 24.
- A legnagyobb évi napfényösszeg: 2256 óra, Békéscsaba
- A legkisebb évi napfényösszeg: 1823 óra, Kisvárd

OLVASTUK...

„Twister”, „Holnapután” és társai – az időjárási katasztrófafilmek szociológiája

Filmesztéták szerint a katasztrófafilmek dramaturgiája meglehetősen egyszerű: vagy egy szimpatikus párkapcsolatot sodor veszélybe a természet, vagy a Jó és a Rossz harcát látjuk, ahol a Jó szerepében a tudós, a Rossz képében pedig egy tornádó, hurrikán, földrengés, árvíz, vulkánkitörés, esetleg tengeri vihar tűnik fel. Rebecca Morss meteorológus, az amerikai Országos Légkörkutató Központ (NCAR) Társadalmi és Környezeti Tanulmányok Intézetének munkatársa úgy véli, az utóbbi időben

megszaporodott azoknak a katasztrófátörténeteknek a száma, amelyekben az időjárás a főszereplő. Dr. Morss felidézi, hogy korábban is készültek már ilyen jellegű alkotások, például Steinbeck klasszikusa, az *Érik a gyümölcs*, amikor porviharokkal kísért aszály nehezíti az emberek életét. Az utóbbi évek regényeiben és filmjeiben viszont két új motívum bukkant fel: a politikusok szerepe és az ökoterrorizmusnak is nevezett környezet-szennyezés. A hirtelen beköszöntő eljegesedéssel fenyegető *Holnapután* (*The Day after Tomorrow*) című film még felfogható a politikusoknak szánt nyílt üzenetként, a legújabb időjárási sci-fi, a *State of Fear* (szabad fordításban: Megfélemlítve) már meglehetősen ellent-

mondásos alkotás az amerikai meteorológus-társadalomkutató szerint. A *Kóma* című film rendezőjeként, továbbá a *Vészhelyzet* című tévésorozat és a romantikus tornádó-történet, a *Twister* forgatókönyvírójaként megismert szerző, a kultúrantropológus és orvos végzettségű amerikai Michael Crichton könyve erősen félrevezető lehet az éghajlatváltozással kapcsolatos kérdések megítélésében, és ez nem mellékes akkor, amikor a nagyközönség egyre egyértelműbben csak a tévében és a filmekben látottak alapján alakítja ki véleményét egy-egy tudományos problémáról.

Bulletin of the American Meteorological Society, 2005. május

Gyuró György

DR. SIMON ANTAL 1932–2006

2006. február 7-én, életének 74. évében váratlanul elhunyt dr. Simon Antal aranydiplomás meteorológus, ny. főtanácsos, a KMI Műszaki-, majd az OMSZ Szakigazgatási Főosztály egykori vezetője, a Magyar Meteorológiai Társaság titkára, főtitkára, majd haláláig társelnöke. Hamvait a Farkasréti Mindenszentek plébánia urnatemetőjében helyezték örök nyugalomra; egykori munkatársai nevében dr. Dunkel Zoltán búcsúzott Tőle:

Tisztelt Gyászoló! Kedves Kollégák!

Az élet és a halál kiszámíthatatlanságán gondolkodva gyűltünk most össze, hogy megadjuk a végtisztességet váratlanul eltávozott kollégánknak. *„Ha tudná a házigazda, melyik őrváltáskor jön a tolvaj, ébren volna, és nem engedné betörni a házába. Legyetek tehát készen ti is, mert amelyik órában nem gondoljátok, eljön az Emberfia.”* (Mt 24, 43-44)

Kedves Tóni, haláloed mindannyiunkat váratlanul ért. Ha számot kell adnom magamról, elmondhatom, hogy nemcsak váratlanul, hanem készenlétlenül. Régóta készülök ugyanis arra, hogy átadjam Neked, a Meteorológiai Múzeumnak, azt az emlékérmét, amit a Szolgálat kapott a Honvédség meteorológiai szolgálatától abból az alkalomból, hogy aláírtunk egy együttműködési szerződést. Biztos vagyok benne, hogy ezt a tárgyat is olyan szeretettel és megbecsüléssel helyezted volna el a Múzeumban, ahogy a többi tárgyat is. Ez most már az utódokra maradt, miként az is, hogy eleink munkájának eredményét megőrizzük és továbbvigyük, tisztelettel emlékezzünk az elődökre, ahogy példamutató módon Te is tetted. Most már Te is azok közé tartozol, akinek emlékét, akárcsak, mint a Meteorológiai Muzeális Szakgyűjtemény kezelőjét és fejlesztőjét illő, hogy megőrizzük.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat megrendült szívvel vesz most búcsút nyugalmazott főtanácsosától, a Szolgálat volt műszaki- majd szakigazgatási-főosztályvezetőjétől, a Magyar Meteorológiai Társaság volt titkárától, főtitkárától, majd társelnökétől, dr. Simon Antaltól, mindannyiunk Tónijától.

Simon Antal a középiskola elvégzése után az Eötvös Loránd Tudományegyetem meteorológus szakán szerzett diplomát, 1955-ben. Meteorológus érdeklődése mindig a szakma nehezebben feltárható részei, a légkörfizika speciálisabb területei felé vonzották. Talán azért, mert tudta, hogy *„az Úr mindent megtehet égen földön, tengeren és minden mélységben. Felhőket hoz fel a föld széléről, villámokat készít az esőhöz, tárházaikból szeleket hoz elő”*. (Zsolt 135, 5-7). Szakdolgozata a naptevékenységnek az ionoszféra felső rétegeire gyakorolt hatásáról szólt, míg

doktori értekezésében az elektromos tér budapesti változásaival foglalkozott.

1956 január elsején állt munkába, az akkori Országos Meteorológiai Intézetben. Ez a munkába állás ötven éves

elkötelezettséget jelentett, amelyet csak a halál szüntetett meg. A pest-szentlőrinci obszervatóriumban ionoszférámérésekkel, lélegelektromos kutatásokkal és légköri rádióaktivitással foglalkozott. Évekkel később újból kamatoztatta az itt szerzett tudást, amikor a csernobili baleset meteorológiai körülményeiről írt tanulmányt, s a Nukleárisbaleset Elhárítási Kormánybizottság Operatív Törzsében képviselte a Szolgálatot. 1972-ben Ferihegyre került, osztályvezetői beosztásban, az ottani meteorológiai állomás és hírközpont irányítójaként. 1974-től a Levegőkémiai Laboratóriumot vezette a Központi Légkörfizikai Intézetben, majd az OMSZ-ban

akkor induló jégeső elhárítás elnöki koordinátora, később a Központi Meteorológiai Intézet Műszaki főosztályvezetője lett. A hetvenes, nyolcvanas években honvédségi összekötő volt, s működése eredményeként a két intézmény, a Szolgálat és a katonai meteorológia között páratlanul szoros volt a kapcsolat. 1983-tól nyugdíjba vonulásáig az OMSZ Szakigazgatási Főosztályt vezette, s mint ilyen, az intézmény általános irányításhoz szükséges számos szakmai és jogi anyag elkészítésében vett részt, s többek között egyik előkészítője volt a Szolgálat működéséről szóló miniszteri rendeletnek, amely 13 éven át képezte intézményünk működésének alapját.

Tevékenységét számos díjjal, kitüntetéssel honorálta a szakma és a felügyeletet gyakorló miniszter. Megkapta a Steiner Lajos emlékérmét, a Haza Szolgálatáért Érdemrend ezüst és arany fokozatát, a Honvédelemért kitüntetett cím I. osztályát és a *Pro Meteorologia* miniszteri kitüntetést. Nyugdíjba vonulása nem jelentett igazi visszavonulást, ugyanolyan aktívan vett részt a meteorológus közéletben, mint nyugdíjazás előtt. Fáradhatatlanul gondozta a Meteorológiai Múzeumot, kutatta a régi meteorológusok írásait. Rendezte, és kiadásra készítette elő Réthly Antal hagyatékát, teljessé tette s megőrizte az utókornak az időjárási eseményekről szóló páratlan gyűjteményt. Elké-



szította a magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonát. *Dési Frigyesről* szóló monográfiája nemcsak meteorológia-történeti dokumentum. Az utóbbi évek Meteorológiai Társasági rendezvényeinek kedves és érdekes eseménye volt, amikor régmúlt idők meteorológus cselekedeteiről tartott előadást.

Kedves Tóni, innét kezdve ki fog nekünk érdekes történeteket mesélni régi meteorológusokról? Talán megbocsátsd nekem, ha befejezésül az Utolsó Mohikánból idézem Nagy Kígyó szavait Uncas temetéséről: „Miért sírnak testvéreim? Egy harcos becsülettel befejezte az életét.”

Kedves Tóni, Isten Veled!

Dunkel Zoltán

Simon Antal széleskörű szakirodalmi tevékenységet is folytatott: nevéhez összesen 290 tanulmány, könyv, könyvrészlet, kisebb-nagyobb közlemény fűződik. A LÉGKÖR hasábjain összesen 75 írása jelent meg, a legutolsók éppen a 2005. 4. számban. A „Történelmi Arcképcsarnok” című sorozatba szánt további 7 írását napokkal halála előtt adta át a főszerkesztőnek; ezeket majd a LÉGKÖR 2006-os és 2007-es számaiban közöljük *posztumusz* megjelöléssel. Emlékét kegyelettel megőrizzük!

A Szerkesztőbizottság

* * *

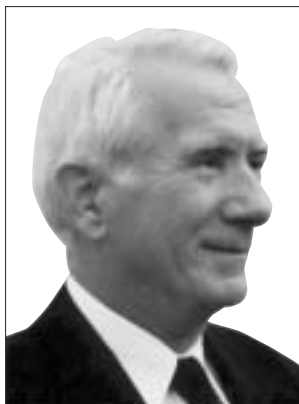
KASSAI BÉLA (1942–2006)

Megdöbbenéssel vettük tudomásul, hogy **Kassai Béla** eltávozott körünkől. Tudtunk a betegségéről, tudtuk, hogy az elválás hamarosan be fog következni, de mindaddig, amíg ez be nem következett, bízunk a csodában, bízunk abban, hogy Béla szolgálat iránti hűsége és élni akarása még a halált is, képes legyőzni.

Kevés olyan munkatársa volt a szolgálatnak, aki a szó szoros értelmében egész életét velünk élte le. Negyvenöt éven át volt kollégánk, barátunk, s csak a halál volt képes elvágni ezt a köteléket. Amíg bírta, szinte az utolsó pillanatig, bejárt, nyugdíjasként is tette a dolgát. Első és utolsó munkahelye az Országos Meteorológiai Szolgálat volt.

Pályafutását Debrecenben kezdte, az érettségi után, észlelőként. Egész életre szóló nagy elkötelezettsége, örök szerelme a repülés hozta közénk. Ahogy mondta, „minden foglalkozást, ami a repüléssel kapcsolatban van, nagyon szeretek”. Ha valaki, akkor ő igazán tudta mi zajlik le, mi mehet végbe a légkörben. Bár a Meteorológiai Szolgálathoz mindvégig hű volt, nem lett meteorológus. Műszaki elkötelezettsége, érdeklődése a mérnöki pálya, a mérnöki diploma felé vonzotta. A munka mellett, túl a katonaságon, levelezőként szerzett villamosmérnöki diplomát a Budapesti Műszaki Egyetemen. A végzettség birtokában is hű maradt az intézethez.

1969-ben került fel Budapestre. Előbb a Légekfizikai Intézet Agrometeorológiai majd, Műszerszerkesztő Osztályán dolgozott, de hamarosan megtalálta igazi helyét: 1970-től lett a KMI számítóközpontjának üzemeltetés-vezetője. A legendás EMG 830 mellett töltött évek segítették elmélyíteni az egyetemen szerzett ismereteit, s adtak lehetőséget számára, hogy a számítástechnikának az egyetemen akkor még nem oktatott rendszerszervezői és programozói oldalával is megismerkedhessen.



1974-ben átkerült a Központi Előrejelző Intézetbe azzal a feladattal, hogy a középsebességű adatátvitelt beindítsa és megszervezze a budapesti távközlési központ automatizálását. 1976-ban kinevezték az Adatátviteli Osztály vezetőjévé. Innen kezdve, 30 éven át osztályvezetőként, főosztályvezetőként irányította, szervezte, vezette, fejlesztette távközlési rendszerünket. Képviselte a Szolgálatot a Meteorológiai Világszervezet és a Nemzetközi Polgári Légiközlekedési Szervezet megfelelő fórumain. A nemzetközi meteorológiai együttműködés alapja a jól működő adatcsere és távközlés. Ez a munka egy pillanatra se állhat meg. Kassai Béla egész pályafutása ennek tudatában telt el. Vagy mindig maga is ott volt a gáton vagy gondoskodott róla, hogy e tekintetben ne legyen, ne lehessen fennakadás, s ebben az intenzív és eredményesen végzett sportrepülés sem akadályozta.

A Távközlési és Informatikai Főosztály vezetőjeként ment nyugdíjba 2005-ben, de ez a visszavonulás nem jelentett elválást se a Szolgálattól, se a munkától.

Most megrendült szívvel gyűltünk össze, hogy végső búcsút vegyünk tőle.

Kedves Béla ígérjük, hogy a távközlést igyeksznünk legalább úgy rendben tartani, ahogy Te tetted, s a telefonkönyv is mindig naprakész lesz.

S most a Zsoltáros szavaival elköszönünk Tőled:

„Ha felszállnék az égig, ott vagy,
Ha az alvilágban tanyáznék, ott is jelen vagy,
Ha felölténém a hajnal szárnyait
és a legtávolabb partokon szállnék le,
ott is a Te jobbold tartana.” (Zsolt 139, 8-10)

Nyugodj békében Isten Veled!

Dunkel Zoltán

METZGER BÉLA (1933–2006)

Mély megrendüléssel állunk volt kollégánk, Metzger Béla Bátyám ravatalánál. Engedjék meg, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálat vezetése, az országunkban lévő meteorológiai főállomások dolgozói a mintegy 600 fős társadalmi észlelőhálózat munkatársai és a magam nevében őszinte együttérzésünket kifejezve néhány gondolatban visszaemlékezzek Béla Bátyám aktív életútjára. Metzger Béla 1951-től 1956-ig a Magyar Repülő Szövetségnél vitorlázórepülő, ahol eléri a „C” vizsgát. Ez nagyban segíti pályafutásának további alakulását, mivel repülni csak megfelelő időjárási helyzetben lehet és nem mindegy a felhőalap és felhőfajta sem. Tehát Béla már itt ismerkedik az észlelői szakma rejtelmivel. 1953-ban behívják tényleges katonai szolgálatra, ahol 1954-ben időjelző tiszthelyettesi tanfolyamra kerül és 1956-ban történt leszereléséig a Repülésirányítási Központban teljesít szolgálatot. 1957 tavaszán jelentkezik először az Országos Meteorológiai Intézetnél, de helyhiány miatt akkor nem veszik fel, ezért továbbsszolgálatot vállal a honvédségnél. 1961-ben leszerel, és akkor felvételt nyer az OMI-nál. Először a Hírközpontban dolgozik, majd 1969-től a KMI Hálózati Osztályára kerül. Itt átveszi az újoncnak járó távoli BAZ. és Szabolcs-Szatmár megyei területeken lévő meteorológiai állomások irányítását, szervezését, ellenőrzését. Elvégzi a Met. III. tanfolyamot és az akkor kötelező Met. IV. tanfolyamon a speciális tantárgyból történő vizsgáztatást

az ő kezébe adják. Nagy gyakorlatra és sok tapasztalatra tett szert, ismereteit megosztotta kollégáival. Az évenként megrendezett állomásvezetői értekezleteken építő kritikáival mindig segítette a hazai észlelőgárda szakmai tudásának további fejlődését. Aktív résztvevője volt a kódbizottságnak. 1974 novemberében munkája mellett megbízzák a KMI személyzeti ügyeinek intézésével. 1971 nyarán, amikor először átléptem az Intézet kapuját Béla volt az első, aki ismertette velem a szakma alapjait. Négy éves lőrinci észlelői munka után bekerültem a hálózati osztályra és Béla távoli területeit vettem át. És aztán jöttek a további tanítómesterek: Csomor Misi, Weingartner Feri, Nagy Árpí, Gáspár Pali, Horváth Emil, Prediger Jóska, Mezősi Mária, Szentimrey Márta, akik között én akkor a szemtelenül fiatal, jól éreztem magam. Bélával sokszor helyettesítettük a KMI klíma állomásának észlelőjét, amikor is a napi három észlelést felváltva végeztük. Béla elvesztésével az akkori hálózati osztályt ma már csak négyen képviseljük: Mária, Márta, Pali és jómagam.

Kedves Béla Bátyám! Fájó szívvel búcsúzom Tőled, de hálával tartozom a sorsnak, hogy közel 20 éven keresztül Veled dolgozhattam és még utána is nyugdíjas éveidben, találkozhattunk. Most jövök rá talán, de már késő, hogy többet kellett volna. Nyugodjál békében!

Tamáskovits Károly

OLVASTUK...

Az ESA Miniszeri Tanácsának ülése Berlinben

Az eseményről a HVG 2005. december 17-i számában *ÚRUTASELLÁTÓ* címmel közölt részletes, első sorban gazdasági nézőpontú elemzést, ebből idézünk egy részletet:

„A kért 200 millió €-nál 53 millióval többet kapott – egyelőre két évre – az úgynevezett globális környezeti és biztonsági megfigyelő rendszer (GMES), amely a Földet figyelő műholdak és földfelszíni berendezések adatait összesíti. A hálózatot, amelynek űrbeli infrastruktúrája a becslések szerint 2006-2013 között 2,3 milliárd €-ba kerül majd, az EU-tól amúgy teljesen független ESA az unióval közösen működteti. Az

eddig befektetett 230 millió €-ból 130 milliót az ügynökség állt, 100 milliót pedig Brüsszel, s a közösség további hozzájárulásáról csak az új EU-költségvetés elfogadás után derülnek ki részletek. Az ESA – még a hónap elején nyilvánosságra hozott – közleménye szerint mindenesetre attól kell tartani, hogy az EU-n belüli politikai és költségvetési viták miatt lassulhat az európai űrpolitika megvalósítása, amelynek szabályozására tavaly május óta keretmegállapodás van érvényben. A GMES segíthet a klímaváltozás és különböző természeti katasztrófák okainak felderítésében s megkönnyíthet olyan döntéseket, mint például az uniós halászhalkvóták megállapítása.”

www.hvg.hu

Úrkaleidoszkóp, XX. évf. 1. szám

H. Bóna Márta

KÖRNYEZETVÉDELMI KONFERENCIA SZENEGÁLBAN

A magaslégtéri ózonréteget károsító anyagok szabályozására hozott nemzetközi összefogás eredményezte a Montreali Jegyzőkönyv aláírását 1987-ben. Májig 189 ország ratifikálta, őket hívjuk részes feleknek. A részesek évente tartanak tanácskozást, ahol értékelik az eddigi intézkedések hatását, s ha szükséges, újabb bevezetését kezdeményezik. A soron következő konferencia helyszínét a felek jelentkezése alapján (2006-ban India, 2007-ben Kanada) maguk a részesek választják ki.

A legutóbbi, 17. konferenciára Szenegál fővárosában, Dakarban került sor 2005 decemberében. A környezetvédelmi és vízügyi miniszter kijelölése alapján, a külügyminiszter megbízó levelével vettem részt a magyar kormány képviselőjében a rendezvényen, amit *L. Thierno*, szenegáli környezet- és természetvédelmi miniszter és *Marco González*, az Ózontitkárság végrehajtó titkára nyitott meg a Bécsi Egyezmény 20. évfordulóján.

A konferencián az egyik sarkalatos kérdés volt a Sokoldalú Pénzügyi Alap (amibe a fejlett országok befizetnek, hogy a fejlődő országok ózonkárosító anyag felhasználásának csökkentését támogassák) 2006-2008 évekre szóló feltöltése. A tartós viták végén 470 millió USD-ben állapodtak meg a felek.

A Montreali Jegyzőkönyv egyike azoknak a nemzetközi környezetvédelmi jogi eszközöknek, amelyek működik és már kézzel fogható eredményei vannak. Ezt igazolja az alábbi táblázat, mutatva az ózonkárosító anyagok termelésének alakulását 1000 tonnában megadva.

szabályozott vegyület	1986	1989	1991	1997	2004
CFC-k	1075	1049	666	261	92
halonok	33	31	25	9	0,3
CTC		481	143	4	12
metil-kloroform		707	620	19	3
HCFC-k		264	271	548	573
metil-bromid			67	61	25

Egyedül a HCFC-k termelése mutat emelkedést. Ezeknek az anyagoknak az ózontató képessége azonban csak tizede-százada a fölötté lévő sorokban található vegyületekének. Végző kiváltási dátumuk 2040.

2005 szeptemberében tartották Bécsben az ózonkutatók 6. ülését, amiről Dakarban beszámolót hallot-

tunk. A mérések mutatják, hogy az utóbbi 5 évben a sztratoszférikus ózonkoncentráció lassan csökken, szemben a korábbi két évtized gyorsabb ütemével. Az ózonfogyás lassul a közepes szélességeken is, a sarkvidékek fölött azonban nem egyértelmű a helyzet. További kiterjedt megfigyelő és kutató tevékenységre van szükség a légköri folyamatok jobb megértése céljából.

Az ózonkárosító anyagok nemzetközi illegális kereskedelme az utóbbi években jelentős problémává vált. A fejlett országokban a legtöbb alkalmazási területről már kiváltották felhasználásukat, a fejlődő országokban azonban csak 8-10 évvel később kell ugyanazokat az intézkedéseket meghozni. Egy konkrét példa: míg hazánkban 1996 óta tilos a gyári új CFC-k használata a hűtőtechnikában, addig szomszédjaink közül Románia, Szerbia-Montenegró és Horvátország a mai nap is legálisan használhatja. Az ilyen helyzetek lehetőséget teremtenek a csempészsésre, ami ellen a Montreali Jegyzőkönyv is megpróbálja felvenni a küzdelmet. Olyan javaslat született, hogy készüljön tanulmány az ózonkárosító anyagok kereskedelmének nyomon követésére a gyártól a végfelhasználóig. A vámstervek kiképzése is fontos része a programnak, mert nekik kell hatékonyan fellépni a határellenőrzéseknél, a leggyakoribb módszer ugyanis az, hogy a csempészek egyszerűen átcímkezik a gázszállító palackokat, s így nehéz megfogni őket.

A szakmai rész rövid ismertetése után beszámolok az utazás személyes tapasztalatairól, s hogy milyennek láttam ezt a távoli országot.

Szenegál Afrika legnyugatibb országa, Francia Nyugat-Afrika központja. Az ország nevét fő folyójáról, a Szenegálról kapta, amely az esős évszakban hajózható. A név a volof szunu gal összetételből származik, jelentése: a mi fatörzsből vájt kenunk. Szenegál területe 196 190 km², aminek 2,1%-a víz. Teljesen körülöleli Gambiát, amely csak az Atlanti-óceán felé nyitott. Szenegálnak 2004-ben 10,6 millió lakosa volt, így a népsűrűsége 54 fő/km². 1973-ban még csak 4,1 millióan laktak. A természetes népszaporulat magas, 2,6%. Egy családra átlagban 6,2 gyerek jut. A születéskor várható élettartam 57 év mindössze. A lakosság összetétele: 44% volof, 24% fulbe, tukulör és 15% szerer mellett több más szudáni nép él kisebb arányban, s 1%-ra tehető az európaiak (zömmel franciák) és libanoniak aránya. A városi lakosság aránya 48%. Legnépesebb városuk a főváros, 2,6 millió fővel.



Szenegál térképe

Az ország felszínének nagy részét a kréta és eocén üledékeken kialakult, 50-150 m magas, helyenként réteglépcsőkkel tagolt és homokdűnével fedett Szenegambiai-síkság foglalja el. Dél-keleten a Futa-Dzsalon hegység prekambriumi kvarcitjai bukkannak felszínre, terjedelmes földtörténeti ókori homokkő-fennsíkokról övezve; itt a térszín 400-500 méterig emelkedik. Az óceán partján harmad- és negyedidőszaki vulkáni működés emlékét őrzi a Zöld-fok, amelyet turzás kapcsolt a szárazföldhöz.

Éghajlata trópusi szavanna. Az esős évszak délen áprilistól októberig, északon júliustól októberig tart. A csapadék mennyisége délről (1200-1500 mm) észak felé (300-500 mm) csökken. Az évi középhőmérséklet 25-28 °C (januárban 22-24 °C, júliusban 28-34 °C). A parti sáv éghajlata a hideg Kanári-áramlás hatására hűvösebb. A száraz évszak jellemző szele az észak-keleti harmattán. December közepén jártam Szenegálban, a hajnali hőmérséklet 21-22 °C, a déli 26-29 °C volt. Csapadék nem esett, s az egyáltalán nem látszott, hogy nemrég ért véget a csapadékos évszak. Minden porban úszott, a folyómedrek alján itt-ott csillogott csak kis búzló tócsa.

A természetes növénytakaró a csapadéktól függően észak-dél irányban változik. A déli országrész tengerpartját mangrovemocsarak kísérik, beljebb trópusi esőerdők, észak-kelet felé haladva szavannaerdők következnek, majd a magasfüvű szavanna. Északon száraz, rövidfüvű és bozótos szavanna található. A szavanna területe fokozatosan csökken a mezőgazdasági művelés, főként a földmogyoró-termesztés miatt, amiben a 7. helyen állnak a világon. Állatvilágára jellemző a fő-

emlősök nagy száma. Félmajmok (törpe fülesmaki), valódi majmok (cerkóf, pávián, huszármajom), s az emberszabásúak közül a csimpánz nyugati alfaja él itt. Növényevők (antilop, zsiráf), rágcsálók (nyugati fésűs-ujjú patkány, repülő mókus) és ragadozók (homoki macska, gepárd, szervál, oroszlán) is előfordulnak. Egy teknős faluba (Village des Tortues de Noflaye) volt alkalmam eljutni, ahol a teknőstojástól a kifejlett, 150 éves példányokig megtekinthetők ezek a hüllők. 2001-ben nyílt meg ez a rezervátum, ahol Afrika legnagyobb testű teknőseit őrzik természetes környezetükben. Több mint 350 példány él itt, a 40 grammos újszülöttről a 100 kg-osig. Időnként leguánok látogatnak be közéjük, látogatásunkkor is épp egy közepes példányt kellett elzavarnia a gondozónak. Ezek a ragadozó gyíkok a fiatal teknősök között próbálnak zsákmányt szerezni. A legnagyobb méretű teknőst Clintonnak nevezték, párját Mónikának.

Az első portugál és egyéb európai települések a 16. században létesültek Szenegál területén. A franciák 1659-ben alapították Saint-Louis városát, amely a rabszolga-kereskedelem egyik központja lett. Szenegált 1904-ben Francia Nyugat-Afrikához csatolták, amelynek igazgatási centrumává vált. Szenegál 1958. november 25-től a Francia Közösség autonóm köztársasága,



Baobabfa a teknős falu bejáratánál

majd 1959. április 4-én csatlakozott a szomszédos Francia Szudánhoz, megalakítva a Mali Államszövetséget, amely 1960. június 20-án elnyerte teljes függetlenségét. Két hónappal később, augusztus 22-én Szenegál kivált, és kikiáltották a független Szenegáli Köztársaságot. A kölcsönös egymásra utaltság miatt Szenegál és Gambia 1982-ben megalakította a Szenegambiai Államszövetséget. Ennek keretében a két ország megőrizte teljes szuverenitását és önálló képviselőt a nemzetközi szervezetekben, viszont közösen intézték a védelmi, külügyi, közlekedési és távközlési ügyeket. Az Államszövetség 1989-ben feloszlott. A 2001 januárjában szentesített új alkotmány engedélyezte az ellenzéki pártok működését, és a férfiakéval egyenlő jogokat biztosított a nők számára is.



Az isteni természet mecsetje Dakarban

Szenegál államformája parlamentáris köztársaság. Nemzeti ünnepük április 4-e, az 1960-ban kivívott függetlenség napja.

A vallást tekintve 94% szunnita muzulmán (a középkor elején fokozatosan tértek a muzulmán hitre az arab kereskedők hatására), 5% római katolikus található, s mára csak 1% követi a törzsi vallást. Ezt jól tükrözi, hogy országszerte sok dzsámit és minaretet lehet látni. Dakarban láttam egy katolikus katedrális, amely előtt beszélgetésbe elegyedtem egy fekete bőrű apácával. Nem franciául, az ország hivatalos nyelvén, hanem németül kommunikáltunk. Megtudtam, hogy Regensburgban töltött éveket, innen a német tudása. Ismerte Mindszenty bíboros történetét is. Szenegálban többek között leprások gyógyításával foglalkozik.

Az ország gazdaságát tekintve fejletlen agrárország, amelynek gazdasági gondjait a demográfiai robbanás és a súlyos belpolitikai feszültségek (Casamance autonómiaökrékvései) tetézik. 2002-ben 1500 USD volt az egy főre jutó GDP. A munkanélküliség viszont rendkívül magas, 48%, az írástudatlanság pedig 60%. Értékes ásványkincse a foszfát, a titán-, a vasérc és a kőolaj. A szerény ipar a fővárosban összpontosul (kőolaj-finomí-

tó, növényolajgyár, halfeldolgozó, műtrágyagyár). A száraz szavanna éghajlat, illetve a hideg Kanári-tenger-áramlás kedvező feltételeket teremt a mezőgazdaság számára (földimogyoró, köles, rizs, cirok, cukornád, olajpálma, kukorica, manioka, gyapot). A lakosság egy része nomád állattenyésztésből (szarvasmarha, juh, kecske), illetve halászatból él.

A belső fejlettség különbségeit példázza Dakar, amely a francia gyarmatosítás egykori központjaként és közlekedés-földrajzi helyzete révén az országhatáron túlnyúló kulturális és kereskedelmi-pénzügyi funkciókat tömörít. Nagy nemzetközi kikötő, Nyugat-Afrika első szabadkereskedelmi övezete, az Afrikát Dél-Amerikával összekötő optikai szálak kábel végpontja. A főváros lakossága rendkívül gyorsan szaporodik, ma már meghaladja a 2,5 milliót. Ezt nem tudják követni lakásépítéssel és munkahelyekkel, ezért sok a hajléktalan. Hajléktalannak lenni azért nem akkora kihívás, mint hazánkban, hiszen itt a leghidegebb hónap átlaghőmérséklete sem megy 20 °C alá.

Szenegál környezeti állapota – legalább is a fővárosban és környékén – elég siralmas. Mára jelentős mértékben elszennyezték a levegőt, a vizeket, a talajt. A településeken mindenütt szemét látható. Ipari üzemet – egy olaj-finomítót és egy cementgyárat kívül – nem láttam, tehát a levegő szennyezésének legfőbb forrása a közúti közlekedés. A gépjárműpark hazai szemmel nézve hihetetlen műszaki és esztétikai állapotban van. Napokig nem láttam olyan autót, aminek a karosszériája teljesen ép. A tömegközlekedésben a tömeg dominál. Lestrapált kisbuszok viszik az embereket, már akinek van ideje kívánni, hogy a kívánt irányba felvegye valamelyik. Az ajtajuk menet közben nyitva, a kapaszkodón és a hátsó létrán is csüngenek a mobilitásra vágyók. A járművek okádják a füstöt. Műszaki állapotuknál már csak az utak minősége rosszabb. A budapesti kátyúsűrűség sem vetekszik az ittenivel. A gyéresebb forgalmú utakon gyakran az útpadkán hajtanak, mert az simább haladást tesz lehetővé. Gyakran találkozni a fővárosban még lovas kocsival. Lovaik kisebb termékek a nálunk szokásosnál és nem ritkán kiállnak a bordáik, jelezvén, hogy aznap szűkében voltak a zabnak. A



Teherautó átlagos külalakkal

kocsik kétkerekűek és magas, nem túl nagy platóval rendelkeznek. A hajtónak nincs rendes, rögzített bak, hanem a platón állnak vagy ülnek menet közben. A fővárosban rengeteg kecske tengődik, nehéz megérteni, vajon min élnek, mert csak száraz gaz látszik itt-ott. Vidéken zebu és szamár is előfordul a kecskéken kívül. Az utcák képére jellemző, hogy az épületek mentén sátor és kalyiba sorok húzódnak, ahol mindenfélét kínálnak megvételre. Ezekben dolgoznak a mesteremberek is. Legszebbnek a bútorkészítők termékei tűntek, az ágyakat, szekrényeket szintén kirakják az út szélére. Az autószerelők műhelyeinek környékét a roncsokról, eldobált alkatrészekről és az olajjal átitatott földről lehetett megismerni. A forgalmas utakon, ha a közlekedés lelassul vagy megáll, azonnal árusok hada rohanja meg az autósokat. Kínálatukban visszapillantó tükör, banán, mogyoró, dísz tárgyak, ékszerek



Teherhordó nők Szenegálban

mind megtalálhatók. Jelentős a városban a gyalogos közlekedés is, a terhek háton vagy a fejen történő cipélése.

A szállodák és a benzinkutak kivételével mindenütt lehetséges alkudni. A fából faragott dísz tárgyak esetén az eredeti ár ötödét is el lehetett érni. A kikötő közelében lévő Kermel fedett piac csarnok döbbenetes élmény volt. A bejárat előtti kis lefolyóban egy elhullott állat tetemét lepték a legyek, ez már sok jót nem ígért. Belépve az egyébként nemrég, Gustave Eiffel eredeti tervei alapján felújított csarnokba, a hűtés nélkül tárolt halak, rákok és egyéb tengeri állatok orrfacsaró bűze csapott meg. Csak minimális időt lehet kibírni odabent. A zsúfolt szabadtéri piacokon minden kapható.

Érdekes látnivaló Szenegálban a Rózsaszín tó (Lac Rose), amely 45 km-re fekszik Dakartól. A Párizs-Dakar rali befutóját itt szokták rendezni. Nincs messze az óceántól, finom szemcsés homokdűnék övezik. Nap-szaktól függően a magas sótartalma (350 g/liter) miatt



A Rózsaszín tó (Le Lac Rose)

a tó vize rózsaszínes árnyalatot kap. Ezt nekem nem sikerült kifogni, szürkének látszott a víz. A tó aljáról kézi erővel termelik ki a sót a partra, amit szárítás után zsákokba raknak és elszállítanak. Taxival mentünk a tóhoz. A fuvardíjra előre kell megalkudni. A taxik többnyire sokat próbált francia gyártmányok, de láttam Mercedest is, a hátulján D ország-jelzéssel. A mi Renault-nkon nem csak a szélvédőn lehetett kilátni, hanem a karosszéria különböző helyein is. A hátsó ajtókon belül már hiányzott bármiféle fogantyú, ezért nyitni és csukni csak kívülről tudtuk. Nyomorúságos falvakon át jutottunk a tóhoz. Néhány fényképet tudtunk készíteni a sóhalmok között, amikor az ott dolgozók előbb eladni próbáltak különböző dísz tárgyakat, majd egyre agresszívbabban pénzt követeltek a fotózásért. Ekkor jobbnak láttuk visszaülni a szellős taxinkba s odébbállni.

Dakar partjaihoz közel fekszik Gorée szigete (Ile de Gorée), amelyet a 15. század elején Denis Dias portugál felfedező talált meg először. Fontos szerepet játszott a rabszolgakereskedelemben. Évszázadokig Gorée volt „a soha vissza nem térés kapuja” rabszolgák ezrei számára. A sziget felkerült a UNESCO világörökség listájára. Kellő elszántság és a kíváncsiság magas foka kell ahhoz, hogy az ember ellátogasson Afrika eme vidékére. Kötelező a sárgaláz, tífusz, hepatitisz A és B, valamint az agyhártyagyulladás elleni védőoltás, s ajánlott a malária elleni védekezés. Jönnek azért turisták, akik búvárokodhatnak, úszhatnak, hullámokon lovagolhatnak, vadászhathatnak kikapcsolódásként.

A szenegáliak kedvelik a sportot. Emlékezhetünk, a 2002-es labdarúgó VB-n váratlanul jól szerepelt csapatuk, akikre nagyon büszkéek. A dakari utcákon, tereken sokfelé látni gyerekeket mezítláb, papucsban, némelyeket cipőben, amint kergetik a labdát.

ELHUNYT JAMES HOLTON

Egy héttel azután, hogy szokásos napi futóedzése közben szívinfarktust és agyvérzést kapott, 65 éves korában, 2004. március 3-án, elhunyt James Reed Holton professzor, a sztratoszféra meteorológiájának neves kutatója, a világszerte ismert és használt, több kiadást megért elméleti meteorológiai tankönyv, az „*An Introduction to Dynamic Meteorology*” szerzője.

James Holton tudóscsaládban született. Apja, idősebb James Holton az USA Mezőgazdasági Minisztériumának szakértője, a Washington-állambeli területi agrárlaboratórium igazgatója, neves búzanemesítő, a növénybetegségek kutatója volt. Fiát a keleti partra, Bostonba, a Harvard Egyetemre küldte tanulni, aki 1960-ban fizika szakon szerzett bakkalaureus (B. Sc.) fokozatot. Innen egyenes út vezetett a híres tudományegyetem, a Massachusetts Institute of Technology (M. I. T.) természettudományi karára, ahol a légkörtudományi szakirány vezető professzora, Jule Charney lett tanulmányainak irányítója, azaz tuto-



ra. A zseniális diák teljesítményére mi sem jellemzőbb annál, minthogy alig négyéves tanulmányi idő után az egyetemi diploma (M. Sc.) kihagyásával – a tutor javaslatára – egyenesen az egyetemi doktori (Ph. D.) fokozatot kapta meg az alig 25 éves tudósjelölt. A kor egyik neves légkörmodellezője, Bert Bolin mellett Stockholmban eltöltött egyéves tanulmányút után szülőföldjére tért vissza, és két évre a Washington Egyetem (University of Washington, Seattle) posztdoktori ösztöndíjasa lett, majd 38 éven át volt a légkörfizika professzora ugyanott. A sűrűlódásos légköri határreteg és az éjszakai alacsonyszintű sugárarom (jet) vizsgálata után érdeklődése a trópusi sztratoszféra cirkulációja felé fordult. Az 1968-ban megjelentetett publikációiban – Richard Lindzennel együtt – ő ismerte fel először a kvázi-kétéves oszcillációt, és ő adta meg először a jelenség magyarázatának elméleti alapjait. Az oktatói tevékenysége nyomán 1972-ben megszületett „*An Introduction to Dynamic Meteorology (Bevezetés a dinamikus meteorológiába)*” című tankönyve egyértelmű nemzetközi sikert aratott. Igaz, hogy a dinamikus meteorológia területén 2-3 évente jelennek meg új egyetemi segédkönyvek, a Holton-féle „Din. met.” egyes kiadásai generációk sorozata és egyetemek tucatjainak diákjai számára lett az elméleti meteorológia klasszikusa. Szintén alapvetésnek számít a sztratoszféra és a mezoszféra dinamikájáról – társszerzőkkel – 1975-ben megjelentetett szakkönyve és az ugyanezen témában 1987-ben kiadott áttekintő monográfiája. Az

ő kezdeményezésére indult el a sztratoszféra változásainak nemzetközi kutatása, ami a WMO, az ICSU és az UNESCO által bejegyzett Éghajlatkutatási Világprogram (World Climate Research Programme, WCRP) „A sztratoszféra folyamatai és azok klimatikus szerepe” (Stratospheric Processes And their Role in Climate, SPARC) nevű, 1992-ben bejegyzett együttműködésében intézményesült. Rendkívül termékeny életművének következő – utolsó – szakaszában a tró-

pusi tropopauza és a troposzféra-sztratoszféra kölcsönhatások tanulmányozásának lehetőségét tervezte az Aura műholdas program keretében. Tudományos kutatói, egyetemi oktatói és tankönyvírói munkája mellett tudományszervezői tevékenysége is kiemelkedő. Közel három évtizeden át volt szerkesztője a meteorológia és a geofizika alapvető szakkönyv-sorozatának számító „*International Geophysics Series*”-nek. Szervezésében jelent meg többek között a sorozat városklímával, a villámlás fizikájával, mikro-

meteorológiával, az ionoszférával, felhőfizikával, bio-geokémiával, a légköri aeroszollal, mezometeorológiával és a légköri sugárzástannal foglalkozó kötetek, amelyek megjelenésük óta egytől egyig referenciái az adott szakterületeknek. Szerkesztői és szervezői tevékenységének csúcspontja lett a 2003-ban megjelentetett, közel 3000 oldalas „*Encyclopedia of the Atmospheric Sciences (Légkörtudományi enciklopédia)*”, ami több tucat szócikk-szerző munkájának összehangolásával ad áttekintést a meteorológia aktuális kérdéseiről, kutatási eredményeiről. James Holton életműve a váratlanul bekövetkezett végzet ellenére is teljesnek tekinthető. Éppen halála előtt jelent meg dinamikus meteorológiai tankönyvének átdolgozott, feladatokkal és CD-melléklettel kiegészített negyedik kiadása. A sokak által csak Jim Holtonként emlegetett örökmozgó professzorról már életében legendák keringtek. Nyári szabadsága alatt több száz kilométert barangolt be gyalogosan, vagy járt be kerékpáron. Senki nem gondolta volna, hogy éppen kedvenc testmozgása közben ér véget a kivételes pályafutás. Teme-tésének napján nemcsak felesége, két fia és munkatársai álltak a ravatalnál, hanem tisztelői az angliai Readingben is összegyűltek egy rövid megemlékezés-re. Az Amerikai Meteorológiai Társaság (AMS) 86. közgyűlésén, 2006. január 29. és február 2. között önálló szekció, a „*Jim Holton Symposium*” tisztelgett a kivételes életmű előtt.

Gyuró György

Együtműködési megállapodás az OMSZ és az SZTE között

2006. március 2-án Dr. Dunkel Zoltán és Dr. Bozó László, az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke és el-



Az aláírás pillanatai, balról jobbra Dr. Dunkel Zoltán, Dr. Bozó László, Dr. Keveiné Bárány Ilona

nőkhelyettese látogatást tett a Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékén. A látogatás célja egyrészt a helyi körülményekről való tájékozódás, másrészt a két intézmény közötti új együttműködési megállapodás aláírása volt.

A látogatókat, munkatársai kíséretében, Dr. Keveiné Bárány Ilona egyetemi tanár, a tanszék vezetője fogadta.

A megállapodás szerint az együttműködés kiterjed többek között a kiadványok cseréjére, a szegedi graduális és posztgraduális hallgatók meteorológiai és klimatológiai témájú munkáihoz szükséges adatok biztosítására, az OMSZ szakembereinek témavezetőként való bevonására, az egyetem területén lévő automata állomás üzemeltetésére, valamint a vidéki városok sorában egyedülálló szegedi városi-külterület állomáspár jellemző adatsorainak összehasonlító elemzésére irányuló közös kutatási projektek létrehozására.

Unger János

OLVASTUK...

Médiameteorológus – az egyik leghálátlanabb feladat az USA-ban 2005-ben

Az egyik amerikai tudományos ismeretterjesztő internetes magazin, a Popular Science évente megszavaztatja olvasóit, melyik volt a leghálátlanabb foglalkozás a természettudományok területén. A lista élén idén könnygáz gyártásával foglalkozó üzem kísérleti alanyait, az USA-ban évente keletkező másfél milliárd tonna istállótrágya baktériumfertőzöttségét vizsgáló biokémikusokat, és kansasi biológianárokat találunk, akik számára a szövetségi állam közoktatási tanácsa – 6:4 arányú szavazás után – azt írta elő, hogy a törzsfajlás helyett az intelligens tervezés elméletét tanítsák. Azoknak a mikrobiológusoknak a helyzete sem irigylésre méltó, akik a világ legbűdösebb mocsarában keresnek új baktériumtörzseket közel 50 fokos melegben a tűző napon, de azok az atomtudósok is kényelmetlenül érezhették magukat, akiknek az archívumból az FBI vizsgálatai szerint eltűnt számos olyan mágnesszalag, ami fontos – és titkos – kutatási eredményeket tartalmazott.

Az olvasók szavazatai alapján ebben az évben a meteorológus is bekerült a „nehéz sorsú tudósok” csapatába. Míg más években a nyár általában azzal

telt, hogy a verőfényes időjárás előrejelzése kifejezetten népszerű dolog volt, a különösen aktív hurrikánévadban az amerikai médiameteorológusok szereplését minden alkalommal beárnyékolta a trópusi viharokról szóló előrejelzés. Ez a hálátlan feladat a 17. helyre hozta be a meteorológusokat a „Világ legrosszabb munkái” című listán.

Az összeállítás kapcsán Lee Greci, a New York Times meteorológusa, a Pennsylvániai Állami Egyetem oktatója arról merengett az Amerikai Meteorológiai Társaság folyóiratában, vajon a médiameteorológia valódi tudomány, vagy csak egyszerű dobálózás az adatokkal. Fejtegetésének végén megállapítja, hogy a számítógépes világhálón bárki találhat akár 10 napra szóló előrejelzést is egy-egy kiválasztott településre, és ezek az egy-egy számadattal vagy néhány rövid szóval megadott prognózisok az egyértelműség benyomását keltik a nagyközönségben – tévesen. A meteorológusnak az lehet a legfontosabb feladata, hogy meggyőzze a felhasználókat az előrejelzések bizonytalanságáról, azaz éreztesse a kategorikus és a valószínűségi előrejelzés közötti lényeges különbséget.

<http://www.popsci.com>

Bulletin of the American Meteorological Society, 2005. november

Gyuró György

OLVASTUK...

A szivárvány Schrödinger-egyenlete

Sokan foglalkoztak az elmúlt évszázadokban a szivárvány keletkezésének tudományos elméletével, a teljes magyarázat azonban csak az atomfizika korában születhetett meg. Már Arisztotelész is arról érkezett Kr. e. 338-ban Meteorologica című művében, hogy a szivárvány a napkorong visszatükröződése a felhőkön. Aphrodisiaszi Alexander római filozófus, Arisztotelész munkáinak ismert interpretátora és kritikusa írta le először a Kr. u. II. században, hogy a szivárvány fő- és mellékága között az égbolt sötétebb (Alexander-féle sötét sáv). Roger Bacon angol filozófus-természettudós 1268-ban megmérte a főív görbületének 42°-os és a mellékív görbületének 50°-os szögét. Amikor Freibergi Theodoric domonkos-rendi szerzetes az 1300-as évek elején felvetette, hogy a fény nem a teljes felhőn, hanem csak egyetlen vízcseppben verődik vissza, megnyílt az út a geometriai optika fejlődése előtt. Éppen a szivárvánnyal kapcsolatos munkái során ismerte fel René Descartes 1637-ben azt a fénytörési törvényt,

amit azóta Snellius–Descartes-törvényként ismerünk. A fény hullámtermészetének kimutatása egészen új alapokra helyezte az optika tudományát. Az elektromágneses hullámok Maxwell-egyenletei, valamint az atomi részecskék viselkedését leíró Schrödinger-egyenlet segítségével sokkal pontosabb, minden részletkérdést megnyugtatóan tisztázó magyarázatot lehet adni ennek a látványos légköri jelenségnek a keletkezésére és tulajdonságaira. A témakör igen alapos és didaktikus leírását adta meg háromrészes cikksorozatában Cserti József fizikus, az ELTE Fizikai Intézet tanára a Fizikai Szemle hasábjain. A cikk első részét a számítógépes világhálón is lehet olvasni. Fizikai Szemle 2005/9, 10 és 12. www.kfki.hu/fszemle/fsz0509/cserti0509.html

Darwin meteorológiai megfigyelései

Darwin nevének hallatán minden klimatológus és meteorológus azonnal az El Niño – Déli Oszcilláció (ENSO) jelenséggel emléti, hiszen a változékonyság az ausztráliai Darwin nevű város és Tahiti légnyomásának különbségével számszerűsíthető a legegyszerűbben. Kevesen tudják, hogy nevezetes utazása során Darwin meteorológiai megfigyeléseket is végzett. Randall Cerveny, az Arizonai Állami Egyetem geográfusa tüzetesen áttanulmányozta az evolúciós elmélet úttörőjének publikációit, és számos időjárási leírással, elemzéssel találkozott. Darwin több alkalommal is leírta villámlás kialakulását és érkezett annak tulajdonságairól. A Zöld-foki-szigeteken gyűjtött vörös színű finom porról megállapította, hogy a közeli Afrikából sodorhatta el a szél. A Dél-Amerikában megfigyelt időjárási adatok alapján pedig elsőként latolgatta az egyes területeken megfigyelhető szárazság és a

máshol beköszöntött kiadós esőzések közötti összefüggés, vagyis egy esetleges távkapcsolat lehetőségét. Mivel ez a távkapcsolat mai ismereteink szerint maga az ENSO, ezért különösen indokolt, hogy Darwin nevét mindannyiszor megemlítsük, ahányszor csak erről a jelenségről beszélünk.

Bulletin of the American Meteorological Society, 2005. szeptember

A hó és a tél művészetének olimpiája

Passion lives here (szabad fordításban: Ahol a szenvedély lakozik) – ezzel a mottóval rendezték meg Torinóban a XX. Téli Olimpiai Játékokat. A vendéglátók a versenyekkel párhuzamosan „kulturális olimpiát” is szerveztek Italyart címmel. A vezérmotívum mi is lehetett volna más, mint az időjárás, a tél és a hó. A művészeti olimpia keretében összesen 26 kiállítóteremben rendeztek be tárlatot olyan témákban, mint pl. az inuitok (eszkimók) – a jég és hó népe, az alpinizmus és az Alpok meghódításának története és dokumentumai, téli motívumok festményeken, szobrokon és művészi fotókon, továbbá nagy olasz mesterek híres alkotásai. Külön érdekesség volt a hóból és jégből formált alkotások gyűjteménye, valamint a fagypon alatti festészet, azaz a jégre készített festmények bemutatása fényjáték kíséretében. A kiállítások mellett 7 színházi bemutatóra, közel két tucat hangversenyre és 20 olasz rendező filmjeinek retrospektív vetítésére is el látogathattak a kulturális olimpiakonok. Torinóról eddig a Torinói Olasz Autógyár (Fabbrica Italiana di Automobili Torino), azaz a FIAT, erről pedig a bibliai idézet „Fiat lux! (Legyen világosság!)” juthatott eszünkbe. Az Italyart most új fénybe helyezte a várost és a téli olimpiák történetét is. <http://www.torino2006.org>

Gyuró György

Éghajlati kiadvány

A közelmúltban az OMSZ gondozásában megjelent a Szalai Sándor-Bihari Zita-Lakatos Mónika-Szentimrey Tamás: „Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig” című kiadvány. A kiadvány (angol verzióban is) egészében megtekinthető az OMSZ honlapján (www.met.hu, ÉGHAJLAT/ Magyarországi éghajlat/ Néhány éghajlati jellemző 1901-től), korlátozott számban nyomtatott formában is igényelhető Szalai Sándornál (szalai.s@met.hu).

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

Rovatvezető: Maller Aranka

Rendezvényeink 2006. január 1.-március 31. között

Választmányi ülés:

Március 30.

Napirend:

1. Javaslattevő és bíráló bizottságok jelentése
2. Az Erdő-klíma konferencia és a 2006-os Vándor-gyűlés szervezése
3. A 2006. évi tisztújító közgyűlés előkészítése
 - A jelölő bizottság beszámolója
 - Időpont kijelölése
 - A közgyűlés programjának megbeszélése
4. I. félévi rendezvények
5. Folyó ügyek
6. Tagfelvétel

Felvett tagok: Bognár Ilona Zelma, Boldizsár Anett, Haszpra Tímea Nóra, Homonnai Viktória, Jánosi Imre Miklós, Kereszturi Csaba, Kertész Szilvia, Kiss Márton, Kocsis Tímea, Nagyné Kovács Eleonóra, Szabó Dorottya, Takács Péter, Takács Zita, Tóth Tamás, Tüskés Boglárka, Varga Balázs

Előadó ülések, rendezvények:

Január 23.

A Springer Verlag Könyvkiadó által gondozott *Landolt-Börnstein* könyvsorozat legújabb *Observed Global Climate* című könyvének bemutatása két előadás keretében:

1. Prof. Michael Hantel (Bécsi Tudományegyetem):
What is the budget of the climate?
2. Dr. Franz Rubel (Bécsi Állatorvosi Egyetem):
How to use budget climate data in practice?

Az ülésen került átadásra Hantel professzor úrnak a tiszteleti tagságot igazoló oklevél. Az ülésről bővebben ebben a számban olvashatunk.

Február 2.

Major György:

A Nap és a földi éghajlat. A földi éghajlat és a mezőgazdasági kultúrák megjelenése.

Február 9.

2005 – meteorológiai szélsőségek és vízjárési érdekességek a Kárpát-medencében

Bálint Gábor: *Folyóink vízjárása 2005-ben*

Schlanger Vera, Mika János, Kalmár Elena, Bella Szabolcs, Németh Ákos, Bartholy Judit: *A 2005. év időjárása a XX. század hazai tendenciáinak tükrében*

Varga György: *A Balaton vízkészletének utánpótlódása*

Horváth Ákos: *Esettanulmányok néhány intenzív csapadékeseményről*

Konecsny Károly, Kovács Péter, Csík András: *Kis vízfolyások heves árhullámai Magyarországon és székelyföldi katasztrófák, 2005*

Az előadások és a hozzászólások után az Országos Meteorológiai Szolgálat helyszíni bemutatóra hívta meg az érdeklődőket, ahol Buránszkiné Sallai Márta és Bonta Imre: *Újdonságok az időjáráselőrejelzés gyakorlatában* címmel tartottak előadást.

(A Magyar Hidrológiai Társaság és a Magyar Meteorológiai Társaság közös rendezvénye)

Február 23.

Makra László:

Meteorológiai paraméterek és légtömegtípusok kapcsolata a pollen-szennyezettséggel Szegeden.

Március 6.

Michel J.P. Jarraud (WMO főtitkár):

Meteorology as a Model of Cooperation

Március 23.

Meteorológiai Világnap az Országos Meteorológiai Szolgálattal közös rendezvény.

Témája 2006-ban „*A természeti katasztrófák megelőzése és hatásainak csökkentése*”

- Megnyitó: Dunkel Zoltán dr. az OMSZ elnöke
- Ünnepi üdvözlő: Dr. Persányi Miklós, környezetvédelmi és vízügyi miniszter
- Schenzl Guidó Dfj, Pro Meteorológia Emlékplakettek, miniszteri elismerések átadása
- Az OMSZ új nagyteljesítményű superszámítógépének átadása
- Tölgyesi László: *Az OMSZ új superszámítógépe*
- Horányi András: *Szuperszámítógépek alkalmazása a meteorológiában*
- Horváth Ákos: *Időjárési veszélyek, időjárési veszélyjelzés*
- Kiváló társadalmi észlelők köszöntése: Dunkel Zoltán dr.
- Állófogadás

(A Világnapról bővebb információt olvashatnak ebben a számban.)

Michael Hantel átvette az Magyar Meteorológiai Társaság tiszteletbeli tagsági oklevelét

Michael Hantel professzor 2000-től a Magyar Meteorológiai Társaság (MMT) tiszteletbeli tagja. E tiszteletbeli tagság a Bécsi Tudományegyetemen működő Geofizikai és Meteorológiai Intézet Elméleti Meteorológiai Osztálya és a budapesti ELTE Meteorológiai Tanszék közötti – több mint egy évtizedes – szoros és aktív együttműködés jelképe.

Az együttműködés kezdete Dr. Rákóczi Ferenc nevéhez fűződik. Vezetésével 1992-ben a Tanszék meglátogatta a Bécsi Tudományegyetemet, és ott bemutatkozó előadás sorozatot tartott. Ugyanebben az évben *Gyuró György* kollégámmal együtt ösztöndíjasokként közreműködünk Hantel munkacsoportjában. A további együttműködésünket magyar részről e sorok írója teljesítette ki. A munkánkat sok-sok publikáció és az Erasmus ösztöndíjasok (*Mika Ágnes, Rácsi András, Schlangner Vera, Molnár László, Márffy János, Pattantyús-Ábrahám Margit, Osváth Szabolcs és Drüsler Áron*) további lajstroma fémjelezi. Azok az ösztöndíjasok, akik a Wageningeni Tudományegyetemen voltak, szintén Hantel tanár úrnak köszönhetik e lehetőséget, ugyanis a wageningeni munkakapcsolat létrejöttében az ő közreműködése is döntő fontosságú volt.

Az oklevél ünnepélyes keretek között történő átvételére 2006. január 23-án az ELTE Kari Tanácstermében került sor. (A több éves késés oka az volt, hogy a kitüntetett cím odaítélése óta nem járt hazánkban.) Michael Hantel ajándékkal viszonzta az MMT elismerését: Az „Observed Global Climate” című könyvet adta át *dr. Ambrózy Pálnak*, az MMT elnökének. Hantel kívánsága és megfogalmazása szerint e –különbön igen drága – könyvet az ELTE Meteorológiai Tanszéke használhatja, de a könyv az MMT tulajdona. Ennek fényében az MMT elnöke nekem azonnal át is adta a könyvet. Ezen ünnepélyes pillanatok után következett a könyv bemutatása, ami két előadás keretében történt meg. Az első (What is the budget of the climate?) *Michael Hantel*, a könyv szerkesztője, míg a másodikat (How to use budget climate data in practice?) *Dr. Franz Rubel*, a könyv egyik társszerzője ismertette. Az előadásokkal kapcsolatos kérdések megvitatása után a rendezvényt az MMT elnöke bezárta.

Legvégül megemlíteném talán az is, hogy e hosszú együttműködéshez számtalan anekdota-szerű élmény kapcsolódik. Ezek közül – mellőzve a szakmai jellegű élményeket – mindössze egyet említenék. Ez szorosan kapcsolódik a Hantel – tipikusan német – mentalitásához. Szokása volt mondania: Vertraut ist gut, Kontrolle ist besser (a bizalom jó, az ellenőrzés még jobb). Nos, e szemléletet érvényesítette a kyoto-i pályaudvaron is. Várván a vonatot – kis csapatunk, Hantel, Rubel és én –

cselengtünk a pályaudvaron. Egy bizonyos idő után a Hantel nagyon lefoglalta magát az órájával. Többször is felkínáltam a segítségemet, de nem akarta elfogadni. Mikor megjött a vonat, helyet foglaltunk, majd tovább csevegtünk. Egyszer csak beszélgetésünk közben



Hantel professzor előadás közben

Hantel felpattant, és bevezetés nélkül számolni kezdett: nyolc, hét, hat, öt ... és akkor villant be: előzőleg azzal volt elfoglalva, hogy az óráját másodperc pontossággal ráillessze az állomás órájára. És a csoda megtörtént. A japán gyorsvonat elindult a nullára. Hihetetlennek tűnt az egész, de nemcsak nekem, hanem Hantelnek is. Magas ember létére szinte a mennyezetig ugrott és kiáltotta: unglaublich, unglaublich (hihetetlen, hihetetlen). De a csoda megtörtént. A Shinkansen a nullára elindult... a német megvertnek érezte magát, de csak egy pillanatra. A következő pillanatban már vette elő a menetrendfüzetet és kikereste a következő állomásra való érkezés idejét. Nos, hogy ne húzzam az időt, e mérés már sikeresebb volt, legalábbis Hantel szempontjából. A Shinkansen már nem teljesített olyan fényesen, ugyanis 20 másodpercet késett.

Így van ez, amikor egy precíz német ellenőrzi a japánt. Nos, maradván az együttműködésünkénél, Hantel nem hazudtolta meg önmagát itt sem. A munkámat mindig és minden vonatkozásában részletesen ellenőrizte. Ezért nagyon hálás vagyok Neked, Michael, és tanítványoknak érzem magam. E kalandozásokat a tudományban – még egyszer – nagyon, nagyon szépen köszönöm.

Ács Ferenc
ELTE Meteorológiai Tanszék

2005/2006 TELÉNEK IDŐJÁRÁSA

December első harmadában a napi középhőmérsékletek országsszerte 4-5 fokkal meghaladták a sokévi átlagot. Javarészt ennek tudható be, hogy a hónap középhőmérséklete az ország legtöbb régiójában 0,1-1 fokkal melegebb volt mint a szokásos, csak az Északi-középhegység egyes területein maradt a normálérték alatt. A kezdeti enyhe időt jelentős lehűlés követte, majd az aktív ciklontevékenység következtében december második felének időjárása változékonnyan alakult, az átlagnál 2-4 fokkal hidegebb illetve melegebb időszakok váltogatták egymást. A hónap legalacsonyabb hőmérsékletét december utolsó éjszakáján mérték: míg az Alföldön csupán -3 - -4 fokig süllyedt a levegő hőmérséklete, a Dunántúl egyes területein a -18 fokot is meghaladta az éjszakai lehűlés mértéke.

A hónap során mindössze 5-6 nap nem volt fagyos. Téli nap az északi országrészben 5-10, a középső és déli vidékeken 0-3 alkalommal fordult elő, zord napot pedig országos átlagban egyszer regisztráltak.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: $13,7^{\circ}\text{C}$ Körösszakál (Hajdú-Bihar megye) december 6.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: $-18,7^{\circ}\text{C}$ Iklódbördőce (Zala megye) december 31.

Decemberben a csapadék országos átlaga 75 mm volt, ez a mennyiség több mint 160 %-a az ilyenkor megszokottnak. A területi eloszlásban ugyanakkor nagy különbségek voltak az egyes régiók között: az ország északi részében közel két és félszerese, a déli régiókban viszont csupán 130%-a volt a csapadékhozam a normálnak. Bár néhány napon eső is esett (2-3 napon ónos esőt is regisztráltak), a december jellemző csapadéka a hó volt: a hónap szinte minden napján előfordult havazás vagy hószállingózás. December 24-én az ország keleti felében, 25-én északon, 26-án a déli és a nyugati országhatárok mentén hullott pár centi hó. A havi csapadékmennyiség több mint egyharmada a két ünnep között hullott le, országos havazás formájában – az év utolsó napján szinte mindenütt 20-30 centi hó borította az országot.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 159 mm Tardos (Komárom-Esztergom megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 42 mm Kiskunhalas (Bács-Kiskun megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 37 mm Bakonyszűcs (Veszprém megye) december 6.

A 2006. év a szokottnál enyhébb idővel vette kezdetét, **január** közepéig valamivel átlag felett alakultak a napi középhőmérsékletek. Jelentősebb lehűlés csak a hónap harmadik harmadában következett be, akkor viszont egy észak-északkelet felől beáramló igen hideg légtömeg hatására két nap alatt 11 fokot zuhant a napi középhőmérséklet. Ennek a hó végi határozott negatív anomáliának köszönhetően január középhőmérséklete országos átlagban a normálnál 1,2 fokkal hidegebbnek, $-3,2^{\circ}\text{C}$ -nak adódott. Januárnak szinte mindegyik napja fagyos volt. Téli nap 10-20, zord nap pedig 5-10 alkalommal fordult elő a hónap folyamán.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: $10,1^{\circ}\text{C}$ Békéscsaba (Békés megye) január 2.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: $-25,1^{\circ}\text{C}$ Milota (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) január 24.

Január csapadékhozama átlag körül alakult, a csapadékhullás területi eloszlása azonban nem volt egyenletes. Míg a nyugati, északnyugati országrész a normál közel kétszeresének megfelelő csapadékmennyiségben részesült, az ország keleti felében a sokévi átlagnak csupán 60-80 %-a hullott. A hónap során esőzésre és ónos esőre is volt példa, de a január jellemző csapadéka a hó volt. A hónap eleji, átlagot jóval meghaladó mennyiségű eső és havazás miatt összesen közel 400 kilométeren volt árvízvédelmi készültség az országban, és több mint 70 ezer hektáron alakult ki súlyos belvízhelyzet. A hónap második felében az átlagnál kevesebb csapadék hullott, de az erős, helyenként viharos szél miatt többfelé voltak hóviharok, hófúvások, amelyek következtében sok út járhatatlanná és több falu megközelíthetatlenné vált.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 70 mm Bársonyos (Komárom-Esztergom megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 9 mm Hidasnémeti (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 35 mm Bársonyos január 1.

Február az átlagnál hidegebb volt 2006-ban – középhőmérséklete országos átlagban $-1,2^{\circ}\text{C}$ -nak adódott, ami több mint másfél fokkal elmarad a sokévi átlagértéktől. Egy-egy időszakot kivéve átlag alatt alakultak a napi középhőmérsékletek, azon a 16-val kezdődő pár napon azonban kellemes, tavaszi, az átlagnál olykor 6-7 fokkal melegebb volt az idő, a délnyugati országrészben egészen 16-18 fokos maximumhőmérsékletekkel. Februárban 20-25 nap volt fagyos és 2-8 nap volt zord.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet: $18,6^{\circ}\text{C}$ Sellye (Baranya megye) február 20.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet: $-21,8^{\circ}\text{C}$ Nyírlugos (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) február 7.

Február országos átlagban a szokásosnál 20%-kal csapadékosabb volt 2006-ban, a csapadékhozam területek közti eloszlásában azonban nagyok voltak a különbségek. Míg a nyugati országrészben az átlagnak csupán 60-80%-a, addig az ország keleti régióiban a szokásos mennyiség 2-3-szorosa hullott. Február mindegyik napján előfordult csapadékhullás az ország területén: a hónap közepi-végi enyhébb időszakot kivéve február jellemző csapadéka a hó volt, de ónos esőt is többször regisztráltak. A hónap egészében komoly károkat okozott a belvív, február végére több mint százötvenezer hektár mezőgazdasági terület került víz alá.

A hónap legnagyobb csapadékösszege: 93 mm Nyírbátor (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege: 9 mm Szombathely (Vas megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék: 27 mm Tyukod (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) február 21.

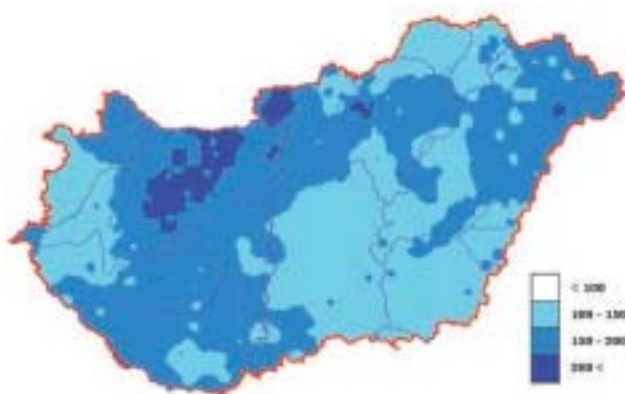
Schlanger Vera

2005/2006. tél

Állomások	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél viharos napok
	évsz.össz	eltérés	évsz.közép	eltérés	absz.max.	napja	absz.min	napja	évsz.össz	az átlag%-ában	1mm>napok sz.	
Szombathely	212	9	-1,4	-0,9	12,8	2006.02.20	-17,5	2006.01.24	101	118	12	7
Nagykanizsa	176	-27	-1,0	-1,0	16,2	2006.02.20	-16,9	2006.01.25	156	122	19	3
Győr	220	28	-0,9	-1,1	15,4	2006.02.20	-16,5	2006.01.23	177	172	24	4
Siófok	208	9	-0,5	-0,6	16,3	2006.02.20	-13,2	2006.01.23	156	135	18	8
Pécs	190	-28	-0,4	-0,6	15,4	2006.02.20	-13,7	2006.01.24	129	111	24	3
Budapest	230	43	-0,7	-0,7	14,5	2006.02.20	-15,0	2006.01.25	152	148	25	3
Miskolc	260	113	-2,2	-0,6	9,4	2006.02.21	-17,4	2006.01.23	148	163	24	6
Kékestető	278	19	-4,5	-0,8	5,9	2006.02.01	-20,4	2006.01.23	225	140	23	21
Szolnok	183	-13	-0,5	-0,1	14,0	2006.02.20	-14,9	2006.01.23	122	125	28	–
Szeged	203	4	-0,2	-0,1	14,8	2006.02.20	-14,1	2006.02.07	114	123	27	5
Nyíregyháza	–	–	-2,5	-1,2	12,8	2006.02.20	-19,8	2006.01.26	126	138	31	11
Debrecen	197	16	-1,5	-0,6	13,1	2006.02.20	-17,5	2006.01.23	136	122	24	7
Békéscsaba	210	15	-0,7	-0,2	14,4	2006.02.20	-15,5	2006.01.25	144	123	33	1



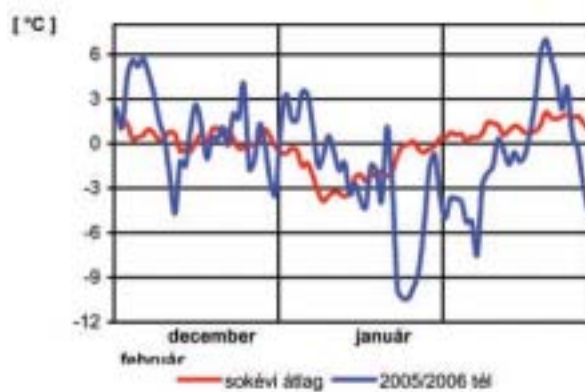
1. ábra: A tél középhőmérséklete °C-ban



2. ábra: A tél csapadékösszege mm-ben



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



4. ábra: A tél napi középhőmérsékleteinek eltérése az átlagtól °C-ban

HELLMANN, Gustav

(Löwen /Porosz-Szilézia/, 1854. július 3. – Berlin, 1938. február 21.)



Boroszlóban, Berlinben és Göttingenben matematikát és fizikát tanult, majd 1875-ben külföldi tanulmányútra ment és 1878-ban visszatérve Wildnél a szentpétervári meteorológiai intézetben dolgozott. 1879-ben tagja lett a berlini Statisztikai Hivatalnak, melynek egyik osztályából az önálló Meteorológiai Intézet kifejlődött. Ennek igazgatója 1885-ben W. von Bezold lett, aki az intézetet átszervezte és alatta 1886-tól Hellmann mint osztályvezető működött. Bezold halála után 1907-ben Hellmann lett az utódja, mind az igazgatói székhelyben, mind az egyetemen a meteorológiai tanszéken. 1922-ben vonult nyugalomba. Mint tudós, nagy tekintélynek örvendett, tagja volt a Porosz Tudományos Akadémiának, a német Meteorológiai Társaságnak elnöke (1907-1923), majd annak díszelnöke, egy ideig pedig a Földrajzi Társaságnak is elnöke volt. Aktív korában érdeklődése a műszerek szerkesztése iránt is kiterjedt, bizonyítja a *Hellmann-féle regisztráló esőmérő* és egyebek között a naueni rádiótorony szélmérőkkel való felszerelése. Irodalmi munkássága nagyon tekintélyes. A berlini Akadémia értesítőjében (*Sitzungsberichte*) és a *Meteorologische Zeitschrift*ben számtalan meteorológiai értekezése jelent meg; az utóbbi folyóiratnak (1892-1906) Hann-nal együtt szerkesztője is volt. Működésének súlypontja az éghajlatra esik, amelybe az exakt megfigyeléseket és módszereket vezette be. Számos régi megfigyelést újból kiadott (*Neudruck*). 70-ik születésnapja alkalmából (1924) a porosz közoktatásügyi miniszter megalapította a *Hellmann-érmet*, amellyel azóta a berlini Meteorológiai Intézet sokévi odaadó munkatársait jutalmazták. A budapesti Meteorológiai Intézetet és az ógyallai Obszervatóriumot 1911-ben tisztelte meg látogatásával.