

L É G K Ö R

57. évfolyam

2012. 1. szám



OKLEVÉL

A Lázár Deák Térképészeti Alapítvány
és az
Országos Széchényi Könyvtár

Digitális Magyar Térkép 2011

pályázatán a

Napijelentés
című mű

III. díjat nyert.

Versenyre nevezte az

Országos Meteorológiai Szolgálat.

Budapest, 2012. március 5.

(Dr. Sajó Andrea)
a bírálóbizottság elnöke

Felelős szerkesztő:

Dunkel Zoltán

a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:

Bartholy Judit

Bihari Zita olvasó szerkesztő

Haszpra László

Hunkár Márta

Móring Andrea operatív szerkesztő

Sáhó Ágnes technikai szerkesztő

Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon

Szudár Béla

Tóth Róbert

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:

Dunkel Zoltán

az OMSZ elnöke

Készült:

HM Térképészeti Nonprofit Kft.
nyomdájában

800 példányban

Megjelent: 2012. szeptember

Felelős vezető:

Németh László

üv. igazgató

Évi előfizetési díja 1760 Ft

Megrendelhető az OMSZ

Pénzügyi és Számviteli Osztályán

1525 Budapest Pf. 38.

E-mail: legkor@met.hu

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT
ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON: Tél, Kolláth Kornél, 2006.

Digitális térkép verseny oklevele	2
Dunkel Zoltán: Dr. Szepesi Dezsőné sz. Lőrincz Anna	4

TANULMÁNYOK

Wantuch Ferenc, Potor Anita: Repülésmeteorológiai előrejelzések lehetséges verifikációja	5
Vig Péter, Pödör Zoltán: Sopron Kodály téri mérőállomás légszennyezettségi adatainak elemzése idősor analízis technikák alkalmazásával	9
Zsikla Ágota: A 2011. évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról	16

KÖZLEMÉNYEK

Mészáros Ernő: A levegő a korai görög gondolkodásban	19
Somfalvi-Tóth Katalin: Kislexikon	23
Jankovics Marcell: Más az a Nap	24

KRÓNIKA

Dr. Antal Emánuel 80 éves	28
A CHOLNOKY ALAPÍTVÁNY FELHÍVÁSA	34
Németh Ákos: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	35
Móring Andrea: 2011/2012 telének időjárása	36
Móring Andrea: A 2011. év időjárása	38
Varga Miklós: Történelmi arcképek – Fröhlich Izidor	43

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE: Winter Kornél Kolláth, Hungary, 2006

Carter of digital chart competition	2
Zoltán Dunkel: Dr. Szepesi Dezsőné, Lőrincz Anna	4

STUDIES

Ferenc Wantuch, Anita Potor: Possible Verification Method of Aviation Weather Forecasts	5
Péter Vig and Zoltán Pödör: The Analysis of Air Pollution Data from Kodály-Square, Sopron using Time Series Techniques	9
Ágota Zsikla: About the Storm Warning Season at Lake Balaton and Velencei in 2011	16

COMMUNICATIONS

Ernő Mészáros: The Air in Early Greek Philosophy	19
Katalin Somfalvi-Tóth: Pocket Encyclopaedia	23
Marcell Jankovics: The Sun in an other Approach	24

CHRONICLE

Dr. Emánuel Antal is 80 years old	28
Ákos Németh: News of the Hungarian Meteorological Society	35
Andrea Móring: Weather of Winter 2011/2012	36
Andrea Móring: Weather of 2011	38
Miklós Varga: Historical Portraits – Izidor Fröhlich	43

DR. SZEPESI DEZSŐNÉ LŐRINCZ ANNA

1932 – 2012

Dunkel Zoltán

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., dunkel.z@met.hu

Szomorú szívvel, megtörtén értesültünk róla, hogy a nagy meteorológus generáció újabb tagja távozott körünkől. 2012. április hó 28-án, életének 80. esztendejében, otthonában, szerettei körében elhunyt Lőrincz Anna. Kollégánk Budapesten látta meg a napvilágot 1932. február 16-án. A ceglédi Kossuth Gimnáziumban 1951-ben letett érettségi vizsga után nyert felvételt az Eötvös Loránd Tudományegyetem meteorológus szakára. Az egyetemet elvégezve



1955-ben lépett be az Országos Meteorológiai Intézetbe, tudományos gyakornokként. 1957-től tudományos segédmunkatárs, 1960-tól munkatárs. 1961-ben került a Klimatográfiai Kutató Csoportba. 1964-től az Éghajlati Osztály helyettes vezetője, majd 1965-től ugyanitt osztályvezető. A talajnedvesség-tartalom változásainak éghajlati okaival, a Kárpát-medence hidro-klimatológiai jellemzőivel foglalkozott. Jelentős adatfeldolgozói munkával járult hozzá Magyarország Éghajlati Atlaszához és annak II. kötetéhez, az Adattárhoz. Tudományos eredményeit tucatnyi IDŐJÁRÁS és Beszámoló Kötet cikkben publikálta. Számos könyvismertetést és egyéb közleményt is közzé tett. Tudományos csoportvezetőnek nevezték ki 1969-ben, amikor az Igazgatási Osztályra helyezték át. Ezzel egy időben az intézet tudományos kiadványainak szerkesztését is rábízták. 1977-től, nyugdíjazásáig a Kiadvány és Propaganda osztály vezetője. 1969-től 1987-ig az IDŐJÁRÁS technikai szerkesztője. A Magyar Meteorológiai Társaságban végzett szerkesztői munkáját az MMT 1985-ben Steiner Lajos Emlékéremmel ismerte el. Legjelentősebb alkotása az Akadémiai Kiadó által 1986-ban, a Műszaki Értelmező Szótár 56. köteteként megjelent

METEOROLÓGIA szótár, aminek társszerkesztője és főmunkatársa volt. Egy hosszú, többszakaszos munkát zárt le sikerrel, számos szócikk szerzőjeként, illetve a sok-sok munkatárs által írt anyag egységes rendszerbe való szerkesztésével. 1987 novemberében vonult nyugállományba. Szerettei, barátai, ismerősei május hó 8-án vettek Tőle búcsút a Farkasréti temetőben és kísérték utolsó útjára. Emlékét kegyelettel megőrizzük.

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A LÉGKÖR célja a meteorológia tárgykörébe tartozó kutatási eredmények, szakmai beszámolók, időjárási események leírásának közlése. A lap elfogad publikálásra szakmai úti beszámolót, időjárási eseményt bemutató fényképet, könyvismertetést is.

A kéziratokat a szerkesztőbizottság lektoráltatja. A lektor nevét a szerzőkkel nem közöljük. Közlésre szánt anyagokat kizárólag elektronikus formában fogadunk el. Az anyagokat a legkor@met.hu címre kérjük beküldeni Word-fájlban. A beküldött szöveg ne tartalmazzon semmiféle speciális formázást. Amennyiben a közlésre szánt szöveghez ábra is tartozik, azokat egyenként kérjük beküldeni, lehetőleg vektoros formában. Az ideális méret 2 MB. Külön Word-fájlban kérjük megadni az ábraaláírásokat. A közlésre szánt táblázatokat akár Word-, akár Excel-fájlban szintén egyenként kérjük megadni. Amennyiben a szerzőnek egyéni elképzelése van a nyomtatásra kerülő közlemény felépítéséről, akkor szívesen fogadunk PDF-fájlt is, de csak PDF-fájllal nem foglalkozunk.

A közlésre szánt szöveg tartalmazza a magyar és angol címet, a szerző nevét, munkahelyét, levelezési és villanyposta címét. A *Tanulmányok* rovatba szánt szakmai cikkhez kérünk irodalomjegyzéket csatolni. Az irodalomjegyzékben csak a szövegben szereplő hivatkozás legyen. Az egyéb közlemények, szakmai beszámolók esetében is kérjük lehetőség szerint angol cím és összefoglaló megadását.

HELYESBÍTÉS: A LÉGKÖR 2011/4 számában a 162. oldalon megjelent fénykép aláírásában helytelenül jelent meg Aujeszki Pál neve. Helyesen a kép baloldalán a kitűnő meteorológus Aujeszky László áll.

REPÜLSMETEOROLÓGIAI ELŐREJELZÉSEK LEHETSÉGES VERIFIKÁCIÓJA

POSSIBLE VERIFICATION METHOD OF AVIATION WEATHER FORECASTS

Wantuch Ferenc¹ és Potor Anita²

¹Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal, Vecsés, Lincoln u. 1., wantuch.f@gmail.com;

²Felső Tiszavidéki Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Igazgatóság, 4400 Nyíregyháza, Széchenyi u. 19., potorani@gmail.com

Összefoglalás. A meteorológiai egyik legfontosabb alkalmazási területe a repülésmeteorológia. A repülésmeteorológiai előrejelzések megfelelő verifikációja hozzájárulhat az alkalmazott módszerek fejlesztéséhez. A cikk bemutatja a repülőtéri előrejelzések (TAF) verifikációjának egy lehetséges módját, és ismerteti a vonatkozó nemzetközi előírásokat. A vázolt verifikációs módszerek alapján a 2008-as év valamennyi hazai repülőtérének előrejelzését kiértékeltek és összehasonlítottuk. Megvizsgáltuk azt is, hogy mekkora hibát vitt az előrejelzésekbe a hosszabb távú előrejelzésekre való átállás a Budapest Liszt Ferenc repülőtér esetén.

Abstract. The aviation meteorology is one of the most important area of the meteorological applications. The correct verification is a good tool for improvement of future forecast methods. A possible method of aerodrome terminals forecasts is described in the article including a short review of the most important international regulations. Described verification method was tested on real meteorological dataset of all domestic airports of Hungary for 2008. The verification score of long and short term forecast were compared for Budapest Liszt Ferenc International Airport.

Bevezetés. A meteorológia egyik legfontosabb alkalmazási területe a repülésmeteorológia. Mivel a repülés biztonságát az előrejelzések pontossága befolyásolja, ezért különösen fontos az időjárás előrejelzések bevétele ellenőrzése (Caesar, 2007). Megfelelő verifikációs séma alkalmazásával az előrejelzések minősége javítható.

A program bemutatása. A repülőtereken általában félóránként kiadott rendszeres megfigyeléseket METAR táviratoknak (Meteorological Actual Report), a repülőtérre vonatkozó különböző rendszerességgel ismétlődő előrejelzéseket TAF táviratnak (Terminal Aerodrome Forecast) nevezzük. A TAF és a METAR táviratok kódolásának rendjét az ICAO (International Civil Aviation Organization) Annex 3 nemzetközi szabályozás írja elő.

A következőkben a METAR táviraton alapuló verifikációs módszer (Wantuch, 2008) kerül bemutatásra. Kiértékelésünk során feltettük, hogy a repülőtéri észlelő tökéletesen végzi a munkáját, azaz mind a fellépő időjárási elemeket, mind azok intenzitását helyesen ítéli meg, továbbá olyan egyéb, pl. felhőzeti megfigyeléseket végez, amelyek leírják a repülőtér és annak - megfelelő ICAO által definiált környezetében - végbement változásokat. Meteorológiai távérzékelési eszközök nyújtotta információkat nem építettünk bele az eljárásunkba, mert ez megakadályozta, illetve jelentősen megnehezítette volna a kiértékelő program hordozhatóságát.

A program alkalmas egyedi előrejelzések számszerű kiértékelésére, előrejelzési időszakok számszerű össze-

hasonlítására, valamint repülésmeteorológusok, azaz az előrejelzők munkájának összevetésére. A verifikációt a szélirány, szélesség, szélhőmérséklet, látástávolság elemekre végzi el a program, de számításba veszi a felhőzet, illetve egyéb, a repülésre veszélyes meteorológiai elemek előrejelzésének pontosságát is. 2008. november 5-én a repülésmeteorológiai kódok kódolási szabályzata megváltozott; kiértékelő programunk képes értelmezni a régi és az új típusú táviratokat is.

Az automatikus verifikáció elvégzéséhez kidolgozott program archiválja a forgalomba kerülő időjárás-jelentő és előrejelző táviratokat, szétválogatja a meteorológiai elemeket külön fájlokba, illetve a verifikálásra kiválasztott TAF-hoz megkeresi a hozzá tartozó METAR – egyes esetekben METAR-ok – értékeit. A verifikáció elvégzéséhez szükséges C++ nyelven írt program (Wantuch, 2008) Windows és Unix rendszerben is használható. A felhasználó a programot parancs fájlban keresztül futtathatja. Ebben lehet beállítani a kiértékelésre kiválasztott TAF paramétereit, valamint a keletkező fájlok helye is megadható. Lehetőség van parancssorok beírása nélküli, grafikus felületen keresztül történő programfuttatásra is.

Az elemek szelektálása előtt a program formai ellenőrzést végez: például a változást jelző csoportok időintervalluma a távirat érvényességi idején belül van-e, szerepel-e elírás benne stb. Ha az előrejelzés nem felel az ICAO által előírt követelményeknek, hibaüzenet jelenik meg a képernyőn, s így tulajdonképpen a verifikáció már az előfeldolgozással megkezdődik. (Az ellenőrző program hatásköre a METAR-

okra is kiterjed, s az észlelőkhöz eljuttatott hibagyűjtemény az ő munkájuk minőségének javulását is elősegíti.) A kiválogatás során mind a METAR, mind a TAF esetén karakterenként olvassa be a program a sorokat, és a csoportok jellegzetessége alapján különíti el és gyűjti ki a meteorológiai elemeket. A szélcsoportot például a benne szereplő KT (szélsebesség csomóban megadva) vagy MPS (szélsebesség m/s-ban megadva) karakterek alapján azonosítja. Egy újabb parancsot futtatva hosszabb időtartam is kiértékelhető.

Az eredményeket százalékos formában kapjuk meg úgy, hogy a program félóránként összehasonlítja a TAF-ban szereplő értékeket a METAR-éval, és valamennyi elemre előállítja a bevételeket. A félórás értékek átlaga jellemzi az adott előrejelzés bevételeit.

A TAF mérőszámmal történő értékelése.

A következőkben bemutatjuk, hogy a program milyen elvek alapján végzi az összehasonlítást, és hogyan kapjuk meg a százalékos bevételeket. Az általános elv a következő: a METAR -ban lévő érték kerül összehasonlításra a TAF-ban lévő értékekkel. Ha csak egyetlen érték (az úgynevezett alap) szerepel az előrejelző táviratban, akkor azzal, ha az alap mellett TEMPO (időnkénti változás), és (vagy) PROB TEMPO (kis valószínűséggel fellépő időnkénti változás) csoport is szerepel, akkor azokkal is megtörténik az összevetés. A félórás bevételek értéke több csoport esetén a csoportok bevételeinek számtani közepe. Így az előrejelző, illetve a prognózis bizonytalansága is belekerül a mérőszámába. A távirat félóránkénti bevételeinek átlaga adja a TAF bevételeit.

Az egyes elemekre különböző szabályok által történik a bevételek meghatározása, figyelembe véve a repülés szempontjából veszélyes paramétereket.

Szélirány: Alacsonyabb szélsebességnél – ami különösen nyáron napközben fordul elő –, a szél változása sokkal nagyobb, de ennek sem prognosztikai, sem repülési jelentősége nincs, ezért itt sokkal enyhébbek a kritériumok.

- Ha a METAR-ban szereplő szélirányhoz tartozó sebesség 5 KT vagy kisebb, akkor
 - +/- 60° vagy annál kisebb eltérés esetén 100%;
 - +/- 60°-nál nagyobb, de 80° vagy annál kisebb eltérés esetén 50%;
 - +/- 80°-nál nagyobb eltérés esetén 0%.
- Ha a METAR-ban szereplő szélirányhoz tartozó sebesség 6 KT vagy nagyobb, és 10 KT vagy kisebb, akkor
 - +/- 40° vagy annál kisebb eltérés esetén 100%;
 - +/- 40°-nál nagyobb, de 60° vagy annál kisebb eltérés esetén 50%;
 - +/- 60°-nál nagyobb eltérés esetén 0%.
- Ha a METAR-ban szereplő szélirányhoz tartozó sebesség 10 KT-nál nagyobb, akkor
 - +/- 20° vagy annál kisebb eltérés esetén 100%;
 - +/- 20°-nál nagyobb, de 40° vagy annál kisebb eltérés esetén 50%;

- +/- 40°-nál nagyobb eltérés esetén 0%.
- Ha a METAR szélirányhoz tartozó sebesség 5 KT-nál kisebb, és akár a METAR-ban, akár a TAF-ban változó irányú szél (VRB) szerepel, akkor, ha a nem VRB-hez tartozó szélsebesség
 - 5 KT vagy annál kisebb, a bevétele 100%;
 - 6-7 KT esetén a bevétele 50%;
 - 8-9 KT esetén a bevétele 30%;
 - 10 KT vagy annál nagyobb, a bevétele 0%.

Szélsebesség: A tényleges és az előrejelzett szélsebességek összevetése történik. A bevétele megadása százalékosan történik (a szélcsend 1 KT-val kerül számításra). Például, ha a TAF-ban 6 KT-s szél szerepel, és a METAR-ban 9 KT-t adott az észlelő, az előrejelzés, 66.7 %; ha az előrejelzett és a tényleges sebesség megegyezik, a bevétele 100 százalék.

- A bizonytalanabb megadású TAF-nál – a fenti általános elvek szerint – alacsonyabb lesz a bevétele.
- Folyamatos változást jelző csoport alkalmazása esetén, ha a szélsebesség a BECMG (időjárás megváltozása csoport) kezdeti és végpontjában közölt sebességek közé esik, a bevétele 100%.
- Folyamatos változást jelző csoport alkalmazása esetén, ha a szélsebesség nem a BECMG kezdeti és végpontjában közölt sebességek közé esik, az észlelő által mért adatot azzal a végponttal kell összevetni, amelyik közelebb esik hozzá.
- Ha az előrejelzett és a tényleges szélsebesség egyaránt 5 KT vagy kisebb, akkor a bevétele 100%.

Szállókés: A tényleges és az előrejelzett szállókések összevetése történik. A bevétele megadása százalékosan történik.

- Ha nem volt szállókés, és nem is jelezték előre, akkor a bevétele 100%.
- Ha előre jelezték, de a METAR-ban nem szerepelt az adott félórára, illetve volt szállókés, de nem szerepelt a TAF-ban, az időszakra a bevétele 0%.
- Ha a szállókést előre jelezték, a METAR-ban viszont nem szerepel, de az alapszél sebessége meghaladja a 14 KT-t, a prognosztizált elemet az észlelt alapszéllel kell összevetni.
- Ha a szállókés előre volt jelezve, de a METAR-ban nem szerepelt, akkor a METAR-ban lévő átlagszél+8 KT-val vesszük figyelembe a szállókést – ha az alapszél egyébként eléri a 8 KT-t.
- Ha szállókés a METAR-ban szerepel, de nem volt előre jelezve, akkor a TAF-ban lévő átlagszél + 8 KT-val vesszük figyelembe a szállókést – ha az alapszél egyébként eléri a 8 KT-t.
- Ha 10 KT-t eléri a különbség a TAF és a METAR közötti átlagszélnél és lökésnél egyaránt, akkor az egész TAF 0%-os lesz.
- Folyamatos változást jelző csoport esetén a kiértékelés a szélsebességhez hasonló módon történik.
- Mivel a szállókés a repülésre nézve igen veszélyes elem, az 50%-nál alacsonyabb bevételeket minden esetben 0%-nak kell tekinteni.

Látástávolság: A tényleges és az előrejelzett látástávolságok összevetése történik. A beválás megadása százalékosan történik.

- CAVOK, 9999 megadásakor 10 km-es látástávolsággal történik az értékelés.
- Folyamatos változást jelző csoport esetén a kiértékelés a szélsőbességhöz hasonló módon történik.
- Mivel az alacsony látástávolság a repülésre igen veszélyes elem, ezért ha a látástávolság (akár a tényleges, akár a prognosztizált) kisebb 3000 m-nél, és az előrejelzés 55%-nál alacsonyabb beválása, a TAF az adott fél órában 0%-os.

Felhőzet és jelenidő: Ezen elemek teljes körű verifikációja még nem megoldott, de az igazán veszélyes jelenségek kiszűrésre kerülnek az alábbi feltételek alapján.

- Ha a METAR-ban Cumulonimbus felhőzet előfordul egy adott fél órában úgy, hogy az nem lett előre jelezve, a TAF összesített beválása 0%.
- Ha a METAR-ban zivatar, ónos jellegű csapadék, közepes vagy erős intenzitású havazás fordul elő egy adott félórán úgy, hogy az nem lett előre jelezve, a TAF összesített beválása lenullázódik.
- Ha a TAF-ban Cumulonimbus felhőzetet jeleztek előre, viszont a METAR-ban nem szerepelt, akkor az összesített beválásból levonjuk a 20%-át.

Előrejelzések minősítése az ANNEX 3 alapján. 2007 júliusában, Annex 3. kiadványában az ICAO megfogalmazta, milyen követelményeket kíván meg a repülőtéri TAF előrejelzésekkel kapcsolatban. Ez egyelőre „csak” ajánlott eljárás, de egységes alkalmazását kívánatosnak tartják a nemzetközi repülés biztonsága, rendszeressége vagy hatékonysága érdekében, és ehhez a szerződő államok az Egyezménynek megfelelően igyekeznek is alkalmazkodni.

I. táblázat: Az előrejelzések üzemelési szempontból megkívánt pontossága (ICAO, 2007).

Előrejelzendő elemek	Előrejelzések üzemeltetési szempontból kívánatos pontossága	A tartományon belüli esetek minimális százaléka
Szélirány	$\pm 20^\circ$	az esetek 80%-a
Szélsőbesség	± 10 km/h (5csomó)	az esetek 80%-a
Látás	± 200 m 800 m-ig $\pm 30\%$ 800 m és 10 km között	az esetek 80%-a
Csapadék	Előfordulás vagy nem-előfordulás	az esetek 80%-a
Felhő mennyiség	Egy kategória 450 m (1500 láb) alatt BKN vagy OVC előfordulása vagy nem-előfordulása 450 m (1500 láb) és 3000 m (10000 láb) között	az esetek 70%-a
Felhő magasság	± 30 m (100 láb) 300 m-ig (1000 láb) $\pm 30\%$ 300 m (1000 láb) és 3000 m (10000 láb) között	az esetek 70%-a
Levegő hőmérséklet	$\pm 1^\circ\text{C}$	az esetek 70%-a

Az I. táblázat alapján, ha az előrejelzések pontossága a második oszlopban bemutatott, üzemelési szempontból kívánatos tartományon belül marad az eseteknek a harmadik oszlopban jelölt százaléknál, akkor az előrejelzés

hibáinak hatása nem tekinthető lényegesnek a navigációs hibák és más üzemelési bizonytalanságok hatásaihoz képest, tehát az előrejelzés jó.

A fenti táblázat alapján készült program karakterenként olvassa be a METAR és a TAF táviratban szereplő csoportokat, majd félórás időlépcsőben hasonlítja össze az észlelt és előrejelzett értékeket a táblázatban szereplő kritériumok alapján. Ez után a félórás eredményeket együtt vizsgálja, és egy szöveg fájlba írja ki, hogy hány százalékban feleltek meg az elvárásoknak. Mivel általában nem jellemző a hőmérséklet előrejelzése a repülési táviratokban, ezért ennek az elemnek az értékelésétől el kellett, hogy tekintsünk. A konkrét kiértékelő algoritmusban azonban számos problémát meg kellett oldanunk, amire jelen cikkben nem tudunk részletesen kitérni. Felhőzet esetén a METAR táviratban előforduló felhőcsoportok minden egyes eleméhez megkeressük az előrejelzésben a rávonatkozó időpontban, a hozzá leginkább hasonlító felhőcsoportot, és így végezzük el az összehasonlítást. Figyelembe véve természetesen az SKC (felhőtlen)¹, NSC (nincs jellegzetes felhőzet) és a CAVOK (a pontos definíciót most mellőzve a látástávolság, a felhőzet és jelenidő szempontjából optimális repülő idő) kategóriákat is. Összességében azonban ezek a kritériumok lényegesen egyszerűbbek, mint az előző verifikáció esetén, nincsenek átmeneti értékek, tehát egy TAF minősége vagy megfelelő, vagy nem megfelelő.

A 2008-as évre elvégzett kiértékelés tapasztalatai. A 2008-as évre 5 hazai repülőtér esetén végeztük el a verifikációkat. A következőkben néhány eredményt fogunk ismertetni.

A II. táblázatban összefoglaltuk a saját módszer szerinti beválásokat. Az utolsó sor az összesített beválást mutatja, amely szinte minden esetben alacsonyabb az első négy csoport átlagánál. Ennek oka, hogy az összesített beválás tartalmazza azon levonásokat is, ha a meteorológusok nem jelezték előre a repülés szempontjából veszélyes eseményeket, mint például a CB felhőzet, zivatar, ónos jellegű csapadék, havazás (Wantuch és Potor, 2009). A legalacsonyabb beválás mind az 5 repülőtér esetén a szélsőbesség előrejelzésénél volt.

A következő táblázatban az öt repülőtérre jellemző minimum, maximum (a hozzá tartozó hónappal) és az átlag szélirányi beválási értékek szerepelnek.

A következő, IV. táblázatban az Annex 3-ban előírt kritériumrendszer alapján kapott eredményeket láthatjuk. Egy állomás szélirány-, szélsőbesség- és látástávolság előrejelzései megfelelőek, ha az esetek 80%-ában a korábban bemutatott kritikus értékeken belül maradnak, felhő almagasság és felhőzet mennyiség előrejelzése esetén pedig az esetek 70%-ában. Ezen kritériumok alapján arra, hogy az egyes hónapokban hány nap volt, amikor az előrejelzés

¹ 2008. november 5-e óta az SKC-t nem használják, de az értékelési időszakban még használatos volt.

pontossága nem érte el az ICAO által megkívánt százalékot, a 2008-as évre a következő eredményeket kaptunk. Mivel egy nap több TAF-ot is kiadnak, és ezek száma az öt repülőtérrel eltérő, ezért az egyszerűség kedvéért az egy nap kiadott előrejelzések átlagát tekintettük, és erre az értékre vizsgáltuk az eredményeket.

A vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a civil repülőtereken készült előrejelzések némileg pontosabbak, mint a katonai repülőterek előrejelzései, ezen belül is a budapesti repülőtérrel tapasztalhatóak a legjobb bevalású előrejelzések. Ennek az lehet az oka, hogy a katonai repülőtereken nem állnak rendelkezésre az ALADIN finom felbontású modell adatai. Az összehasonlított elemek közül a szélsébség előrejelzésénél voltak a legalacsonyabb bevalások minden tanulmányozott repülőtérrel, illetve a veszélyes jelenidőt és felhőzetet tartalmazó összesített kiértékelésnél is tapasztalunk alacsony értékeket. A látástávolság, szélirány és széllökés elemek előrejelzése egész éves átlagban jól sikerült, de néhány, ritkán előforduló időjárási helyzetben ezek előrejelzésének bevalása is meglehetősen alacsony értékeket mutatott.

II. táblázat: Meteorológiai előrejelzések kiértékelése a TAF táviratok bevalása alapján 2008-ra öt hazai repülőtérre [%] (LHBP – Budapest Ferihegy, LHDC – Debrecen, LHKE – Kecskemét, LHPA – Pápa, LHSN – Szolnok).

	LHBP	LHDC	LHKE	LHPA	LHSN
Szélirány	86	85	90	78	79
Látástávolság	85	86	82	75	76
Széllökés	82	84	86	74	77
Szélsébség	78	83	79	70	74
Összesített	83	82	83	74	75

III. táblázat: A szélirány előrejelzésének bevalása öt hazai repülőtérre 2008-ban.

Szélirány	MIN	MAX	ÁTLAG
LHBP	82% (május)	90% (szeptember)	86%
LHDC	77% (május)	96% (december)	85%
LHKE	75% (február)	89% (október)	82%
LHPA	64% (március)	88% (október)	78%
LHSN	73% (március)	91% (október)	83%

IV. táblázat: Nem megfelelő előrejelzések száma napokban, 2008-ban öt hazai repülőtérre.

	Szélirány	Szélsebesség	Látástávolság	Felhőalap	Felhőmennyiség
LHBP	318	44	25	157	58
LHDC	289	81	6	196	43
LHKE	314	81	22	125	44
LHPA	318	133	8	198	51
LHSN	325	31	45	122	34

Feldolgozásra került a szélirány, szélsébség, látástávolság, felhőalap-magasság és a felhőzet mennyisége az ICAO ajánlás alapján. A programban alkalmazott kritériumrendszerek ugyan nem olyan részletesek, mint az előző programbeliek, de eleget tesznek az ICAO új elvárásainak. A legnagyobb probléma a szélirány előrejelzésével volt. Itt voltak a leggyengébb eredmények. A felhőzet kiértékelésekor csak a 3000 m-nél alacsonyabb alpmagasságú felhőzet számított, ezért tapasztalhatóak gyenge értékek a felhőalap előrejelzésénél. Viszont a felhőzet mennyiségének a kiértékelésekor mind az öt repülőtér nagyon jó eredményeket produkált. A kiértékelés során nem tapasztalható olyan nagy különbség a civil és a katonai állomások között, mint amit az előző program eredményeinél megfigyelhettünk. Részletesebb következtetések levonásához azonban hosszabb időszak kiértékelésére lenne szükség.

2008 novemberében a Budapest Liszt Ferenc repülőtérre szóló előrejelzések a korábbi 9 órásról 24 órára változtak, ez egyértelműen a bevalás leromlásával járt. Minden előrejelzést a most bemutatott kritériumrendszerrel értékeltünk ki, így hosszabb időszak esetén a jövőben összehasonlíthatóvá válik a különbség a rövid és a hosszabb távra szóló előrejelzések között. Repülésmeteorológiai előrejelzések verifikációja eddig csak az Országos Meteorológiai Szolgálatnál (OMSZ) történt a Ferihegyi repülőtérre. Ugyanakkor néhány éven belül várható, hogy az ICAO a tagországokban kötelezővé teszi egy egységes TAF verifikációs szoftver alkalmazását. Néhány európai ország jelenleg is használ közös TAF kiértékelési módszert, de még korántsem egyöntetűek az alkalmazott statisztikák és szoftverek. Számos országban nincs ilyen fajta tevékenység, illetve jelenleg is kifejlesztés alatt áll ilyen típusú program kidolgozása.

A most bemutatott program Magyarországon kívül még Máltán fut operatívan, de a szerzőket megkeresték már Olaszországból is. A Skandináv térség országai közös TAF verifikáló programot szeretnének a közeljövőben kidolgozni, ezért szintén felvették velünk a kapcsolatot. A kialakult együttműködés keretében, finn repülőterek repülésmeteorológiai előrejelzéseit is értékeltük, és az eredményeket az alkalmazott módszerek bemutatásával megküldtük a finn repülésmeteorológus kollegáknak.

Irodalom

- Caesar, K., 2007: CMO Terminal Aerodrome Forecast Verification Programme. Caribbean Meteorological Council – 47, St. Vincent. 2007.
- International Civil Aviation Organization (ICAO), 2007: Use of aeronautical broadcasting service. Attachment B. operationally desirable accuracy of forecasts.
- Wantuch, F., 2008: Repülésmeteorológiai előrejelzések bevalásának automatikus kiértékelése katonai repülőtereken. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2008.
- Wantuch, F. és Potor, A., 2009: A magyarországi repülőterek TAF előrejelzéseinek összehasonlító verifikációja. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2009.

SOPRON KODÁLY TÉRI MÉRŐÁLLOMÁS LÉGSZENNYEZETTSÉGI ADATAINAK ELEMZÉSE IDŐSOR ANALÍZIS TECHNIKÁK ALKALMAZÁSÁVAL

THE ANALYSIS OF AIR POLLUTION DATA FROM SOPRON KODÁLY-TÉR USING TIME SERIES TECHNIQUES

Vig Péter¹ és Pödör Zoltán²

¹ NYME EMK Környezet- és Földtudományi Intézet, pvig@emk.nyme.hu

² NYME EMK Matematikai Intézet, podzol@emk.nyme.hu

NYME, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.

Összefoglalás. Az emberiség számára megfelelő környezet fenntartása egy rendkívül komoly és nehéz feladat. Az ipar és a gazdaság utóbbi évtizedekben tapasztalható fejlődése, növekedése a levegő minőségét is jelentősen befolyásolja, ami pedig környezetünk egyik alapeleme, létünk alappillére. Így fontos feladat a levegő minőségének vizsgálata. Dolgozatunkban Sopron Kodály téri mérőállomásának 5 éves adatsorát elemezzük, megvizsgáljuk a mért paraméterek közti kapcsolatokat korreláció analízissel. Elemezzük a fontos paraméterek tendenciáját a fenti időszakban regresszió analízissel, illetve vizsgáljuk ezen attribútumok éves lefutásait is. Valamint vizsgáljuk, hogy az egészségügyi határértéket meghaladó mérések száma, nagysága hogyan alakult a fenti időszakban.

Kulcsszavak: légszennyezettség, idősorok, korrelációszámítás, lineáris regresszió, határérték túllépések

Abstract. Maintenance of a suitable environment for humanity is an extremely serious and difficult task. The development and growth of industry and economy in recent decades has significantly influenced the air quality, which is one of the keystones of our environment and existence. Hence it is really important to analyze the air quality. In this paper, we analyze the five-year data of the Kodály-tér measurement centre in Sopron; correlation analysis was used to examine the relationships between the measured parameters. We study the trend of the important parameters in the above mentioned time period and we also analyze the yearly sequence of these attributes. In addition we examine how the number and size of the measurements changed which have exceeded the hygienic limit value in this period.

Keywords: air pollution, time series, correlation analysis, linear regression, limit value exceeding

Bevezetés. Az utóbbi években egyre gyakrabban fogalmazódik meg a hétköznapi emberekben is az „élhető környezet” kialakításának igénye. A fogalom egy nagyon sokrétű problémát takar, és bizonyos értelemben rokon jelentésű a fenntartható fejlődéssel. Ez esetben azt vizsgáljuk, hogyan lehet úgy használni, kihasználni környezetünket, hogy az hosszú távon is elfogadható, fenntartható legyen. Ezt a problémát sok aspektusból lehet megközelíteni, mi most a légszennyezettségi adatok vizsgálatának irányából tesszük ezt, hiszen a levegő szennyezése, összetevő komponenseinek változása is nagyrészt az emberi tevékenységre vezethető vissza. Másrészt a humánkomfort szempontjából is meghatározó jelentőségű a levegő minősége, hiszen a civilizációs ártalmak között Sopronban is nagy szerepe van a légszennyezettségből eredő hatásoknak. Érdekes, hogy a környező erdők, a gyakori szél ellenére a város levegőkörnyezeti állapota nem olyan kedvező, mint azt gondolnánk.

Sopronban a légszennyező anyagok koncentrációját 1978 októberétől a Regionális Immisszió Vizsgáló Hálózat (RIV) állomásainak adataiból követhetjük nyomon. A városban működő három mérőállomás egy forgalmas útkereszteződés (Csengery u.), egy lakóövezet (Szarvkői u.) és egy erdei környezetben elhelyezkedő gyógyhely (Állami Szanatórium, Várisi út) levegőjének szennyezettségéről szolgáltat mintát. A mérések a kén-dioxid (SO₂), a nitrogén-dioxid (NO₂) és az ülepedő por mennyiségére vonatkoznak. 2003 decembere óta működik a Kodály téren az Országos Lég-

szennyezés Mérő Hálózat (OLM) mérőkonténere, amely a városi háttérszennyezettséget méri, a mért elemek listája az 1. ábrán látható. A Szarvkői úti óvodában elhelyezett mérőegységet a Kodály téri állomás közelsége miatt azóta nem üzemeltetik.

Dolgozatunkban a Kodály téri mérőállomás adatait vizsgáljuk elemzés alá. Az adatok 2004. január 1-től 2008 végéig állnak rendelkezésre. A mérések órás gyakoriságúak, és 22 komponenst mérnek. Fontos megemlíteni, hogy az alkalmazott mérési technika természetéből adódóan a nyers adatbázisban több helyen is voltak hosszabb-rövidebb adathiányok, illetve teljes rekordhiányok. Ezek mennyisége és eloszlása azonban nem befolyásolja érdemben a vizsgálatot.

Elemzésünkben kiemelten foglalkozunk az NO₂, O₃ és PM₁₀ (levegőben képződő szállópor) komponensek vizsgálatával, ezeknek más komponensekhez fűződő viszonyával. Az NO₂ a közlekedéssel erősen összefüggő komponens, az O₃ egy másodlagos szennyező, melynek mennyisége a szmog problémájával áll kapcsolatban, a PM₁₀ pedig az általános közérzetet jelentősen befolyásoló tényező. Ez utóbbi komponenssel már csak azért is érdemes külön foglalkozni, mert a légszennyezésből adódó megbetegedések jelentős része a szállóporral függ össze.

Dolgozatunkban először megvizsgáljuk az egyes komponensek közötti kapcsolatokat a teljes időszak tekintetében, korreláció elemzést alkalmazva. Majd a kiemelt komponen-

sek (NO_2 , O_3 , PM_{10}) viselkedését elemezzük a 2004-2008-as időszakban (regressziós technika, ciklikusság vizsgálat). Ezután vizsgáljuk ezen komponensek éves lefutásait, az ezekben tapasztalható különbségeket, ezek lehetséges okait. Végül pedig az egészségügyi határértéket meghaladó mérések számának, mértékének alakulását.

Az adatsorok elemzéseikhez az R-programcsomagot használjuk, mely egy nyílt szoftverkörnyezet, kifejezetten statisztikai,

rangkorreláció negatív lesz. Így alkalmas pl. rangsor típusú adatsorok esetén is, míg a Pearson-féle korreláció ott nem feltétlenül helyesen működne. Fontos megjegyezni, hogy a rangkorreláció nem ugyanazt mutatja ki, mint a Pearson-féle korreláció, pl. (0,1), (10,100), (101,500), (102,2000) számpárok sorozata esetén a rangkorrelációk teljes egyezést mutatnak, hiszen mindkét sorozat nő, míg a korrelációs érték csak 0,456, vagyis a számpárok távol esnek a fenti

1. táblázat: Ózonnal negatívan korreláló komponensek

ózon koncentráció negatív korreláltsága más paraméterekkel												
	NO	NO_2	NO_x	CO	Benzol	Toluol	MPxylol	Etilb.	Oxylol	PM_{10}	Legny.	Parat.
O_3	-0.480	-0.699	-0.609	-0.315	-0.430	-0.502	-0.431	-0.423	-0.435	-0.318	-0.199	-0.708

titikai, idősor analitikai problémák kezelésére és grafikus megjelenítésére. Egyúttal egy olyan programozási nyelv, melynek segítségével saját alkalmazásokat is fejleszthetünk, illetve számtalan kiegészítő csomag áll rendelkezésre, valamint szabadon fejleszthetők alá újabb csomagok (Dalgard, 2008).

1. A 2004-2008-as teljes időszak adatainak vizsgálata.

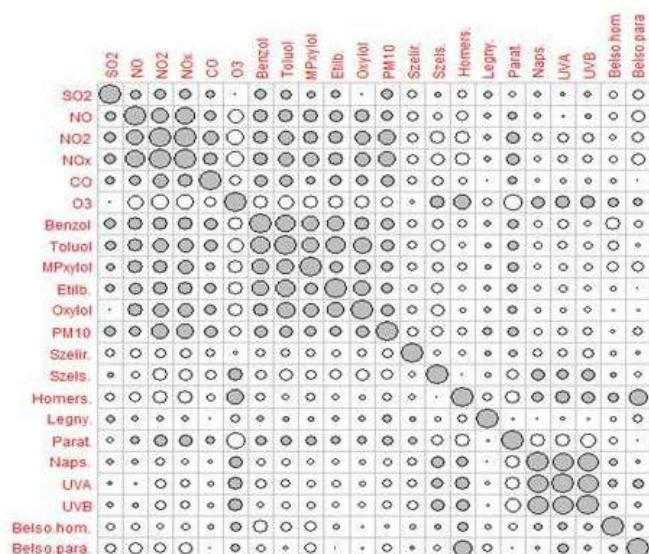
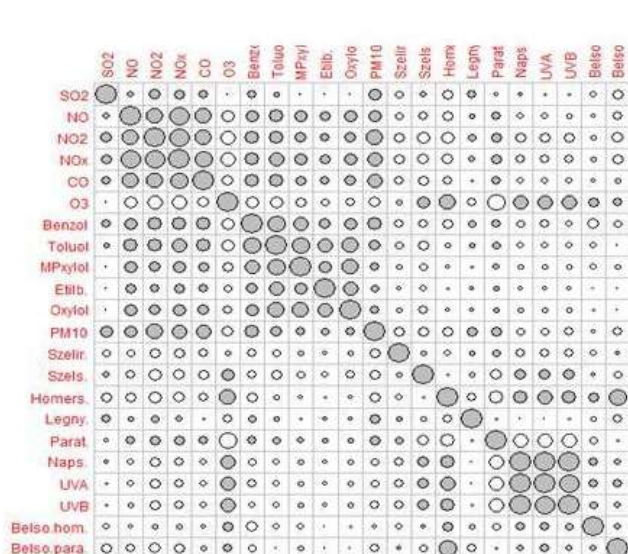
1.1. Komponensek közti kapcsolatok, korreláció vizsgálat.

A vizsgálatokban gyakran alkalmazott Pearson-féle korrelációs együttható (r) a vizsgált változók közti lineáris kapcsolat erősségét (nagyság), illetve irányát (előjel) jellemzi. Az r értéke dimenzió nélküli szám és a $[-1, +1]$ zárt intervallumban helyezkedik el: $r < 0$ esetén negatív, $r > 0$ értéknél pozitív korreláltságról beszélünk. Ha az $r = 0$, akkor a vizsgált két változó kapcsolatát korrelálatlannak nevezzük lineáris értelemben.

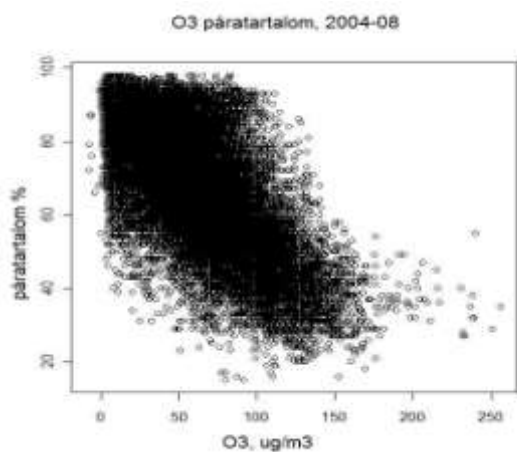
Ezzel szemben az ún. rangkorrelációs együtthatók azt mérik, hogy a két adatsor együtt változik-e, azaz ha pl. az egyik sorozat nő, és evvel együtt a másik csökken, akkor a

pontpárookra illeszthető regressziós egyenestől. A rangkorreláció mérésére a Spearman-, illetve Kendall-féle korrelációs együtthatókat szokták alkalmazni. Vizsgálatunkban az előbbi használjuk a Pearson-féle korreláció mellett (Spiegel, 1995, Rodgers, 1988) (1. ábra).

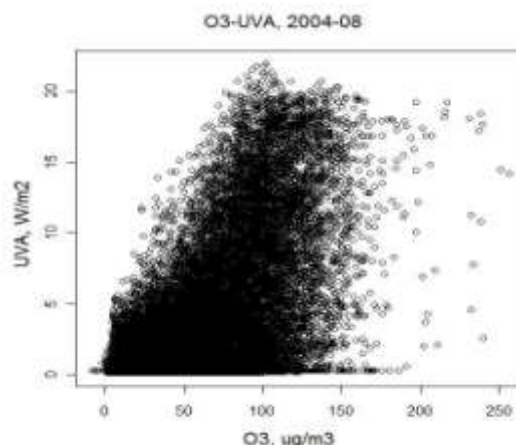
A korrelációs mátrixok fenti grafikus megjelenítése alapján jól láthatóak a jellemző kapcsolatok, illetve azok iránya az egyes komponensek között (a körök nagysága jelzi a korreláció erősségét, a színárnyalat pedig az irányát, a fehér a negatív, a sötétebb árnyalat a pozitív korrelációt mutatja). Érdekes megvizsgálni, hogy a két típusú korreláció (Pearson, Spearman) által adott eredmény mennyire fedi egymást, mennyire ugyanazt az eredményt adják. Erre egy lehetőség a két korrelációs mátrix közti távolság (Székely et al., 2007) meghatározása, melynek eredménye egy d érték a $[0, 1]$ intervallumból. Az 1-hez közeli érték jelzi, hogy a két mátrix közti távolság kicsi (hasonlóság nagy), míg a 0 közeli érték azt mutatja, hogy a két mátrix közti távolság nagy (hasonlóság kicsi). A mi esetünkben d értéke 0,9877, ami azt mutatja, hogy a paraméteres, illetve



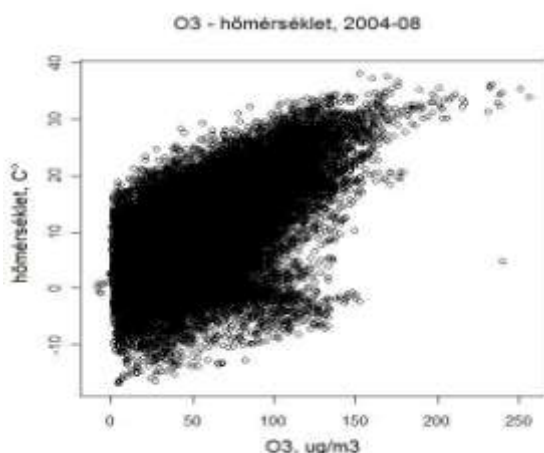
1. ábra: A teljes adatsor korrelációs mátrixainak grafikus megjelenítése



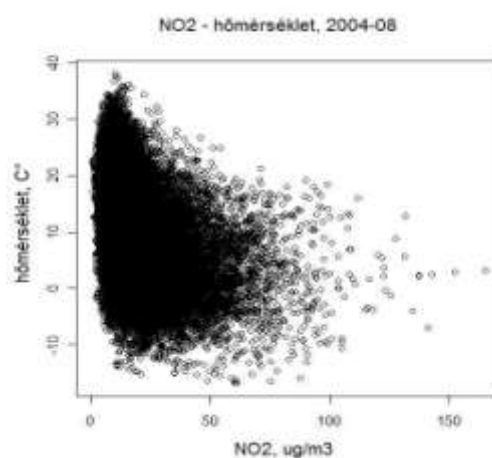
2. ábra: Ózon-páratartalom kapcsolat



3. ábra: Ózon-UVA sugárzás kapcsolat



4. ábra: Ózon-hőmérséklet kapcsolat



5. ábra: Nitrogéndioxid-hőmérséklet kapcsolat

nemparaméteres korreláció eredményei jól fedik egymást. Így a továbbiakban a korrelációs értékeken a Pearson-féle korrelációs együttható értékeit értjük.

Emeljük ki és vizsgáljuk az érdekes és erősnek mondható összefüggéseket a fenti korrelációs mátrixok alapján, különösen az NO_2 , O_3 , PM_{10} vonatkozásában a teljes vizsgált időszak tekintetében! A korrelációs mátrix grafikus megjelenítése segítségével könnyebben áttekinthetőek az összefüggések, melyek számszerű értékét már ki tudjuk olvasni a tényleges értékeket tartalmazó korrelációs mátrixból. Érdekes megfigyelni, hogy az ózon koncentráció mértéke a többi mért paraméterrel jellemzően negatív korrelációt mutat, sőt kifejezetten erős negatív korreláció áll fent a teljes vizsgált időszak tekintetében az ózon mennyisége és a páratartalom között, $r = -0,71$ értékkel. Ez a kapcsolat minden egyes évre külön-külön is hasonló erősséggel jellemező (1. táblázat).

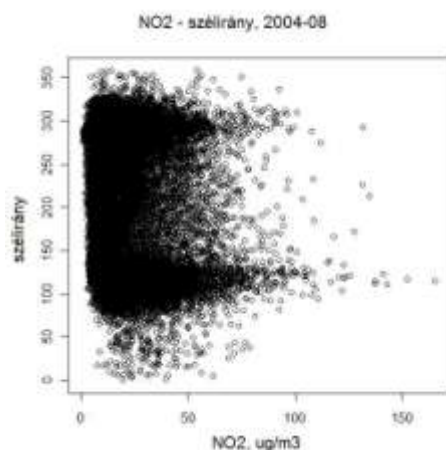
Az O_3 és NO_2 vonatkozásában összességében egy erősnek mondható ($r = -0,699$) negatív korreláció áll fent a vizsgált időszakban. A későbbiekben látni fogjuk, hogy valóban, míg az ózonkoncentráció nyáron, addig a nitrogén-dioxid értékek éppen a téli időszakban magasabbak. Az ózon és a szállópor komponensek között már egy jóval gyengébb negatív korrelációt tapasztalhatunk ($r = -0,318$).

Grafikusan megjelenítve a vizsgált paraméterek értékeit plot-diagramon, jól látható a két vizsgált változó közötti kapcsolat megléte, illetve iránya (2. ábra).

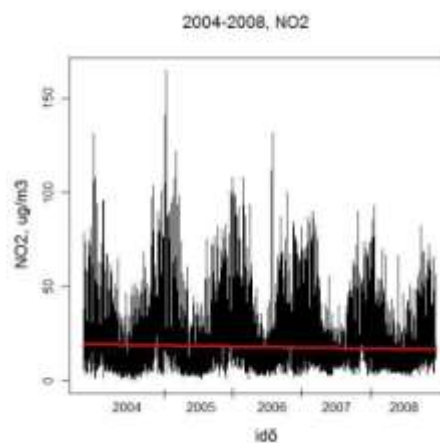
Az ózon és a páratartalom vonatkozásában a diagram alapján is teljesen egyértelműen látszik a negatív korreláció ($r = -0,708$). Pozitív korreláció az ózon vonatkozásában a napsugárzási, hőmérséklet és a szélsőséges adattal áll fent, ami a napsugárzás vonatkozásában természetesnek is mondható, (II. táblázat) (3. ábra).

Mint már korábban említettük, az ózon és egyéb vizsgált paraméterek között jellemzően negatív lineáris kapcsolat fedhető fel, azonban érdemes megvizsgálni, hogy mely paraméterekkel áll pozitív kapcsolatban az O_3 szennyező anyag. Egy, a diagram alapján is látható közepes erősségű pozitív korreláció áll fent az ózon és az UVA sugárzás vonatkozásában ($r = 0,464$). (4 ábra)

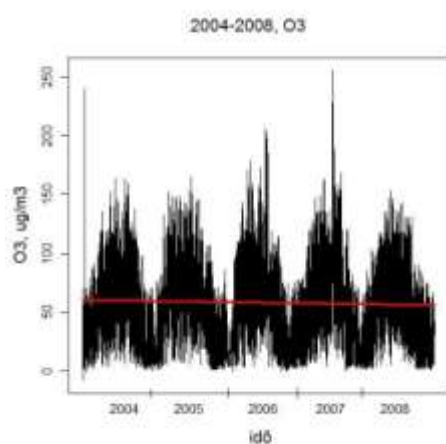
Közepes erősségű pozitív korreláció tapasztalható az ózon és a hőmérséklet vonatkozásában is ($r = 0,561$). A fenti kapcsolatok magyarázata, hogy a sugárzás intenzitásának növekedésével emelkedik a hőmérséklet, minek következtében felgyorsul a kémiai reakciók sebessége, így magasabb lesz az ózon koncentráció a légkörben.



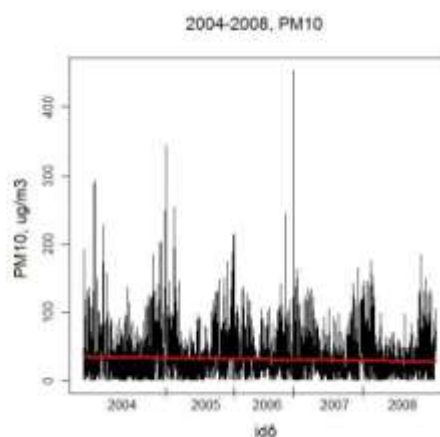
6. ábra: Nitrogén-dioxid-szélirány kapcsolat



7. ábra: Nitrogén-dioxid mennyiségi változása 2004-08



8. ábra: Ózon mennyiségi változása 2004-08



9. ábra: Szállópor mennyiségi változása 2004-08

Természetesnek mondható módon, különböző erősségű, de pozitív korreláció áll fent külön-külön a különböző NO komponensek, a napsugárzási komponensek, valamint a benzol, toluol, mpxylol, etilbromid, oxylool között.

Jellemző, hogy jórészt a közlekedés melléktermékeként adódó NO₂ értéke negatív korrelációban áll a szélsébséggel ($r = -0,355$) és a hőmérséklettel ($r = -0,384$). Ez arra utal, hogy az erősödő szél valamelyest eltávolítja az NO₂ szennyezést, illetve növekvő hőmérséklet esetén másodlagosan szintén csökken az NO₂ koncentráció mértéke (ugyanakkor a hőmérséklet és a szélsébség között nincs kimutatható korrelációs kapcsolat, $r = -0,030$ a két komponens közti korrelációs együttható értéke (5. ábra). Érdekes ugyanakkor, hogy az összes mért komponens vonatkozásában az NO₂ az egyetlen olyan szennyező anyag, melynek vonatkozásában értékelhető kapcsolat fedhető fel a szélirány és az adott komponens vonatkozásában (6. ábra).

A diagram alapján egyértelműen beazonosítható az a két szélirány, mely magasabb NO₂ koncentrációval jár: a 110° és a 300° környéke. Ebből arra lehet következtetni, hogy az adott irányokban valamilyen emisszió forrás, kibocsátó található, ami a magasabb értékekért felelős.

A levegőben szálló por (PM₁₀) vonatkozásában azt tapasztalhatjuk, hogy a legerősebb kapcsolatot az éppen előbb vizsgált NO₂-vel mutatja, $r = 0,620$ korrelációs együtthatóval. Pozitív korrelációban áll még az SO₂, CO és Benzol paraméterekkel, illetve gyenge negatív korrelációt mutat az ózon, hőmérséklet és szélsébség komponensekkel. Ugyanakkor a szálló por vonatkozásában nem tapasztalhatóak jellemző, erős korrelációs kapcsolatok a fent említettek közül (PM₁₀-NO₂, PM₁₀-O₃). Gyenge, negatív korrelációt tapasztalhatunk még a hőmérséklettel ($r = -0,262$) és a szélsébséggel ($r = -0,241$) kapcsolatban, ami már az NO₂ komponensre is jellemző volt (ne feledjük, hogy az NO₂ és PM₁₀ között erősnek mondható pozitív korreláltság áll fent).

1.2. Az egyes komponensek elemzése a 2004-08 időszakban.
A paraméterek közti korrelációs kapcsolatok elemzése után kezdjük el a korábban már említett NO₂, O₃ és PM₁₀ szennyező anyagok vizsgálatát, illetve ezen elemek mennyiségi változásainak elemzését a vizsgált 5 évben. Természetesen mindegyik említett komponens vonatkozásában tapasztalható az éves ciklikusság, azonban érdemes megvizsgálni, hogy hogyan alakul egy-egy éven belül az adott komponens értéke: van-e különbség az egyes évek között, egy adott éven belül hogyan változik az adott paraméter mértéke stb.

Tekintsük az egyes paraméterek lefutását a fenti öt évben, illetve az adatokra regressziós egyenest illesztve azt, hogy az öt év vonatkozásában, hogyan változott az adott komponens értéke, egyáltalán van-e kimutatható lineáris trend.

1.2.a NO₂ komponens. (7. ábra). A grafikon alapján jól látható az éves ciklikusság, az hogy a mért NO₂ értékek az év elején és év végén magasabbak, az év közepén ehhez képest jóval alacsonyabb értékeket mutatnak. (Ennek magyarázatát lásd 1.2.b. részben.).

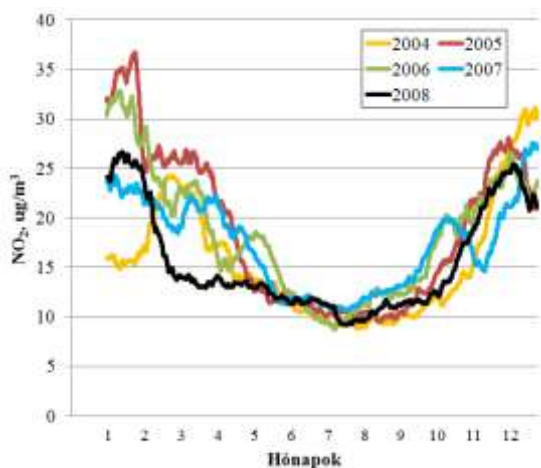
Ugyanakkor az összesített grafikon alapján az a feltevés adódik, hogy a kiugró, határértéket meghaladó NO₂ értékek száma csökkenő tendenciát mutat a fenti időszakban (lásd 2.1.b. részben). Az adatsorra illesztett regressziós egyenes egyenlete: $y = -0.00006771x + 19.58$, ami azt mutatja, hogy gyakorlatilag a vizsgált öt évben az NO₂ mennyisége éves vonatkozásban a fenti időszak tekintetében állandónak mondható, illetve egy elhanyagolható mértékű csökkenést mutatnak a regressziós együtthatók.

1.2.b. O₃ komponens. Az ózon, mint a fotokémiai reakciók köztes terméke, a nitrogén-vegyületek koncentrációival és a

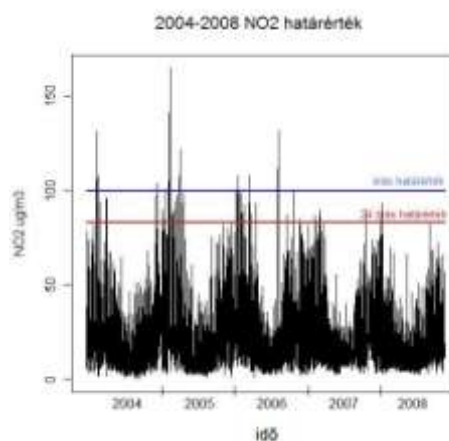
napsugárzás intenzitásával mutat szoros összefüggést, mivel keletkezésének egyik módja a nitrogén-dioxid fotokémiai bomlása. Ezért a légköri koncentrációja az energiaipar és a közlekedés emissziójával van kapcsolatban. A téli időszakban a fűtési energiafelhasználás erősödésével és a napsugárzás intenzitásának csökkenésével a nitrogén-vegyületek koncentrációja emelkedik, míg nyáron az ózoné. Ez magyarázza az NO₂ és O₃ éves karakterisztikáját, illetve a közöttük fennálló erős negatív korrelációt (1. és 8. ábra).

Az ózon mérési eredményi alapján szintén jól látható az éves periodicitás és az, hogy ellentétben az NO₂-vel, itt a nyári értékek a magasabbak, míg az év eleji és év végi értékek ennél jóval alacsonyabbak (a két változó között erős negatív korreláció áll fent). A mért ózon értékekre illesztett lineáris regresszió eredménye: $y = -0,0001026x + 60,17$, ami alapján az NO₂ esetén is tapasztalt következtetést vonhatunk le, azaz a fenti öt év vonatkozásában éves szinten az ózon mennyisége állandónak tekinthető, illetve egy rendkívül gyenge, elhanyagolható csökkenés tapasztalható.

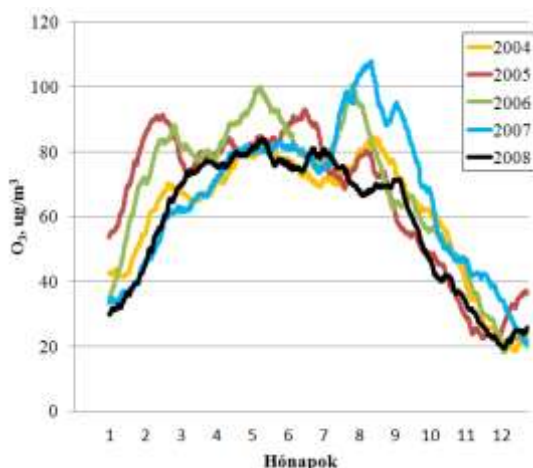
1.2.c. PM₁₀ komponens. A környezetvédelem kétféle porszennyezést ismer. A nagyobb méretű, többnyire a földfelszínről szél által felkapott, felaprózódott törmelék-



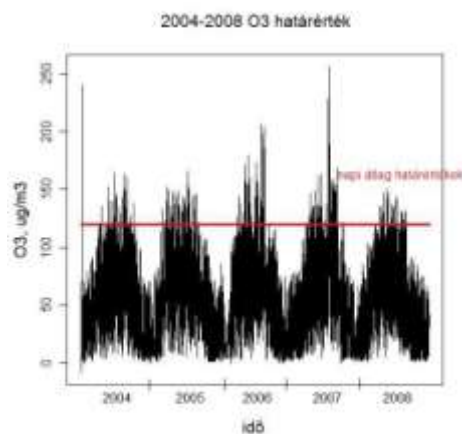
10. ábra: Nitrogén-dioxid koncentráció éves lefutásai



11. ábra: Nitrogén-dioxid koncentráció és az egészségügyi határértékek



12. ábra: Ózon koncentráció éves lefutásai



13. ábra: Ózon koncentráció és az egészségügyi határértékek

II. táblázat: Ózonnal pozitívan korreláló komponensek

pozitív korreláció O ₃ -mal					
	Szels.	Homers.	Globálsug.	UVA	UVB
O ₃	0,414	0,561	0,397	0,464	0,453

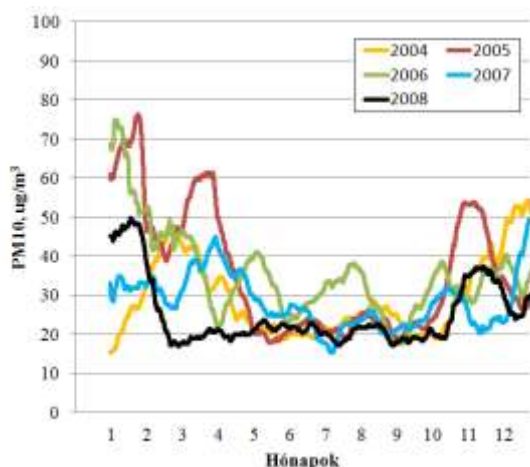
ket, és a kéményekből fölemelkedő pernyét, amelynek légköri tartózkodási ideje rövid, hiszen a gravitáció hatására viszonylag gyorsan szedimentálódik. Ennek az *ülepedő* pornak a terhelését a havonta m²-enként lehullott mennyiség alapján mérjük. A 10 µm-nél kisebb méretű *szálló por* a veszélyesebb. Ennek forrásai a tüzelőberendezések, a közlekedés és a levegőben lezajló kémiai folyamatok lehetnek. Az egészségre ártalmas anyagokat tartalmazhat, a pollen allergén hatását fokozhatja. Tekintsük az alábbi grafikonon a szálló por mennyiségi változását 2004-08 vonatkozásában (9. ábra)

A korábbi két adatsorhoz képest sokkal gyengébben vehető ki, azonban itt is érzékelhető az éves periodicitás, az az éves tendencia, hogy év elején és év végén általában magasabbak a mért PM₁₀ értékek, mint az év közepén. A kiugróan magas értékek jellemzően a téli, szélhiányos időszakban adódnak, amikor összegyűlnek a szennyező anyagok éppen a szél tisztító hatásának hiánya miatt.

A szállópor esetén az alábbi regressziós függvény adódik: $y = -0,000174x + 35,25$, ami szintén azt mutatja, hogy 2004-08 vonatkozásában éves szinten a PM₁₀ mennyisége állandónak tekinthető.

2. A vizsgált komponensek éves lefutásainak összevetése, egészségügyi határértékek. A teljes adatsor vizsgálata mellett érdemes azt is elemezni, hogy az egyes években külön-külön milyen volt a vizsgált komponensek lefutása. Ahhoz, hogy ez szemléletesen is áttekinthetőbb legyen, és a kiugró adatok ne befolyásolják az összehasonlíthatóságot, mozgóátlagolással simított adatsorokat vetünk össze egymással, és ezeket ábrázoljuk közös koordináarendszerben.

2.1.a. NO₂ értékek éves karakterisztikája. (10. ábra). Jól



14. ábra: Szállópor koncentráció éves lefutásai

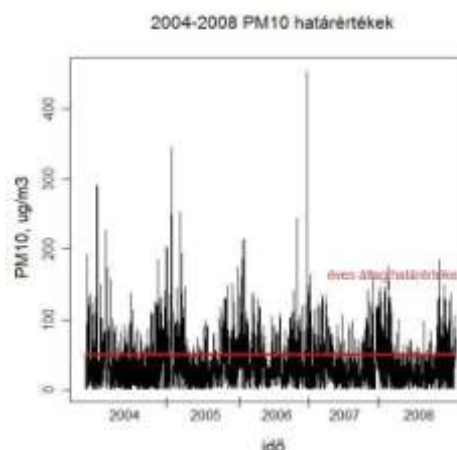
láthatóan az egyes évek lefutásának karakterisztikái jól fedik egymást, jellemzően egy y tengely mentén zsugorított parabolikus típusú görbét leírva. Azaz az évek elején, végén tapasztalható magasabb NO₂ koncentráció, jellemzően 35 µg/m³ feletti átlagos értékkel. Míg az év középső időszakában érzékelhetően kisebb, jellemzően 25 µg/m³ körüli átlaggal. Ugyanakkor azt is láthatjuk, tekintve az eredeti és a fenti simított adatsorokat, hogy míg az év középső szakaszában mért értékek esetén az egyes évek szinte teljesen fedik egymást, elhanyagolhatóak az eltérések, addig az év eleji és év végi adatok esetén már jelentősebb eltérések is tapasztalhatóak az egyes évek adatsorai között. Jellemzően 2005-06 esetén érzékelhetőek szignifikánsan magasabb értékek, mely érdekes módon összeeseng ugyanezen évek ezen időszakában tapasztalható magasabb O₃ értékeivel, holott közöttük negatív korreláció áll fent; feltehetően ezeken a teleken nagyobb volt az antropogén kibocsátás.

2.1.b. NO₂ határértékek. Az NO₂ szempontjából az egészségügyi határérték napi átlag szinten 85 µg/m³, illetve óras szinten 100 µg/m³, így fontos lehet annak vizsgálata, hogy a vizsgált teljes időszakban hányszor, mikor lépte át a komponens mértéke ezt a határt. Evvel kapcsolatban számszerűsítve az alábbi mennyiségek adódnak a vizsgált időszak vonatkozásában (III. táblázat)

A táblázat alapján az látható, hogy a vizsgált 5 év vonatkozásában összességében a szennyezőanyag határt meghaladó értékei és ezek átlaga is csökkenő tendenciát mutat. Az óras határérték átlépések száma 2007-08-ban 0 a korábbi évekkel szemben. Azt azonban nem mondhatjuk el, hogy elérte a kívánatos szintet. Illetve jellemzően az év elején és végén voltak a határértéket meghaladó mérések (11. ábra).

2.2.a. O₃ éves karakterisztikája (12. ábra). Az ózon vonatkozásában már jóval nagyobb szórás tapasztalható az egyes évek mérési adatai között: 2005 elején jellemzően magasabb értékeket mértek, mint a többi évben, illetve 2006-07 esetén nyár végén voltak tapasztalhatóak magasabb mért értékek, mint a többi 3 évben.

2.2.b. O₃ határértékek. A troposzférikus ózon kifejezetten veszélyes légszennyező anyag, ezért koncentrációjára fokozott figyelmet kell szentelni. A 120 µg/m³ napi átlag határér-



15. ábra: Szállópor koncentráció és az egészségügyi határértékek

III. táblázat: Nitrogén-dioxid koncentráció határérték feletti mérése

NO ₂ határérték feletti értékek 2004-08					
	2004	2005	2006	2007	2008
napi átlag határérték feletti mérések (nap)	0	1	0	0	0
24 órás határérték feletti mérések átlaga (µg/m ³)	95,93	102,27	93,32	86,87	89,25
órás határérték feletti mérések száma (db)	9	26	13	10	11

IV. táblázat: Ózon koncentráció határérték feletti mérése

O ₃ határérték feletti értékei 2004-08					
	2004	2005	2006	2007	2008
napi átlag határérték feletti napok száma (nap)	11	29	47	33	6
napi átlag határérték feletti mérések átlaga (µg/m ³)	132,88	131,07	141,22	142,83	128,77

tékét a nap folyamán tapasztalt legmagasabb 8 órás mozgóátlag alapján határozták meg. Összevetettük a mért koncentráció értékeket az azonos idejű szélirányokkal, de nem mutatnak szoros összefüggést. Mind a város felől fújó déli-délkeleti, mind a külső területek felől érkező északnyugati szél eredményezett magas koncentrációkat. Tekintettel arra, hogy az ózon légköri tartózkodási ideje 5-10 nap, származhat az ÉNy-i széllel érkező terhelés ausztriai forrásokból is. (13. ábra és IV. táblázat). A táblázat adatai alapján azt láthatjuk, hogy 2004-2007 között a határértéket meghaladó ózonkoncentráció értékek darabszáma és átlagos értéke is növekszik, míg 2008-ban egy komolyabb csökkenés tapasztalható a korábbi 4 évhez képest. Azonban ezek az értékek még így is magasak. A határértéket meghaladó ózonkoncentráció adatok jellemzően az év közepén, a nyári időszakban tapasztalhatóak, adódóan az éves ózonkoncentráció karakterisztikájából.

2.3.a. PM₁₀ éves karakterisztikája (14. ábra). A görbék alap-karakterisztikái alapvetően megegyeznek, azonban 2005-06 esetén év elején jellemzően magasabb értékek adódtak, mint a többi évben, és az év további szakaszaiban is több kiugrás tapasztalható. Ezek a magasabb értékek, illetve a görbék lefutása összhangban áll ugyanezen időszakban tapasztalt magasabb NO₂ értékekkel, amit korábban már említettünk (a két változó között erősnek mondható pozitív korreláció áll fent).

2.3.b. PM₁₀ határértékek. A finom részecskék magas légköri koncentrációja sürgető feladatokat tűz a város vezetése elé. Az éves átlagra vonatkozó 40 µg/m³ határértéket nem érték el az adatok, de a 14 µg/m³ felső vizsgálati küszöbértéket minden évben meghaladták. A 24 órás átlagos 50 µg/m³-es szintet (15. ábra) az évente megengedett 35-nél többször is túllépték (V. táblázat). A fenti adatok alapján azt mondhatjuk, hogy a porszennyezettség mértéke a vizsgált 5 évben folyamatosan elég magas, különösen az év eleji és év végi időszakok tekintetében.

A közelmúltban az EU tagállamok közül elsőnek hazánkban bevezetett tájékoztatási és riasztási kötelezettség külön figyelmet érdemel. Eszerint az önkormányzatok akkor kötelesek tájékoztatni a lakosságot, ha a szálló por értéke két egymást követő napon meghaladja a 75 µg/m³-t, riasztási kötelezettség pedig akkor áll fenn, ha a szálló por értéke két egymást követő napon meghaladja a 100 µg/m³-t és a meteorológiai előrejelzések szerint a következő napon javulás nem várható. A PM₁₀ korábbi méréseinek tapasztalataiból tudhatjuk, hogy a közlekedésből eredő koncentráció átlagosan 20 µg/m³ körül változik (ez is a felső vizsgálati küszöb fölött van!). Az őszi és téli időszakban ehhez adódik az avarégetésből és a lakossági fűtésből eredő többlet. Az utóbbi általában a hőmérséklettől függő intenzitású. Az elszabadult gázarak következtében az egyre szűkebb anyagi körülmények között élő lakosság szívesen fűt háztartási hulladékkal is. Ez ugyan a levegőkörnyezetet erősen terheli, de tüneti kezeléssel nehezen kerülhető el. Az Észak-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség 2004-ben intézkedési programot készített a város légszennyezettségi állapotából adódóan, mert a „légszennyezettséggel érintett” városok közé tartozik. A 2002. évi KVVM értékelés szerint Sopron légszennyezettségi zónabesorolása az egyes légszennyező anyagok tekintetében a következő: Kén-dioxid: F, Nitrogén-dioxid: C, szén-monoxid: E, PM₁₀: D, benzol: E. Ez azt jelenti, hogy van

V. táblázat: Szállópor koncentráció határérték feletti mérése

PM ₁₀ határérték feletti értékei 2004-08					
	2004	2005	2006	2007	2008
napi átlag határérték feletti napok száma (nap)	56	69	76	43	32
napi átlag határérték feletti mérések átlaga (µg/m ³)	73,64	82,2	74,26	71,07	73,64

olyan légszennyező anyag, amelyre vonatkozóan a határérték túllépés megvalósul. Egy később készült tanulmány a város levegőjét ózon tekintetében jónak, PM₁₀ tekintetében csupán megfelelőnek ítéli.

3. Konklúzió. A fenti elemzések alapján összességében elmondható, hogy Sopron légszennyezettségi adatai, (különösen a por, nitrogén-vegyületek és ózon terhelése a városnak) korántsem olyan kedvezőek, mint az fekvéséből, turisztikai jelentőségéből adódóan várható lenne. Illetve nem látszódnak olyan tendenciák, melyek egyértelműen a javulás irányába mutatnának. Így érdemes elgondolkodni azon, hogy milyen lépéseket lehet, érdemes tenni a helyzet javítása érdekében.

Irodalom

- Dalgard, P., 2008: Introductory Statistics with R. Springer.
 Rodgers, J. L., and Nicewander, A. W., 1988: Thirteen Ways to look at the Correlation Coefficient. The American Statistician Vol. 42., No. 1, 59-66.
 Spiegel, M. R., 1995: Statisztika, Elmélet és gyakorlat. Panem-McGraw-Hill, Budapest.
 Székely, G. J., Rizzo, M. L. and Bakirov, N. K., 2007: Measuring and testing dependence by correlation of distances. Ann. Statist. Volume 35, Number 6., 2769-2794.

A 2011 ÉVI BALATONI ÉS VELENCEI-TAVI VIHARJELZÉSI SZEZONRÓL

ABOUT THE STORM WARNING SEASON AT THE LAKE BALATON AND VELENCEI IN 2011

Zsikla Ágota

OMSZ, Viharelőrejelző Observatórium Siófok, 8600 Siófok, Vitorlás u. 17., zsikla.a@met.hu

Összefoglaló: Az Országos Meteorológiai Szolgálat minden évben viharjelző szolgálatot lát el a Balatonon és a Velencei-tavon a vízen tartózkodók biztonsága érdekében. A viharjelzési szezon 2005 óta két hónappal hosszabb ideig: április 1-je és október 30-a között tart. Az alábbi cikkben a 2011-es viharjelzési szezon időjárási eseményeit és kiadott viharjelzéseit tekintjük át.

Abstract: At the Lake Balaton and Velencei there is a storm warning service operated by the Hungarian Meteorological Service. The storm warning service is responsible for the safety of people at both lakes: If strong or stormy wind expected, storm warnings are issued on first or second level. The duration of the storm warning season is seven month : from 1st april until 30th oktober. This paper is about the eventful weather of season in 2011 and about the length of warning periods.

Bevezetés. 2011. október 31-én a Balatonnál és a Velencei-tónál befejeződött a 77. viharjelzési szezon. Ez évben már másodjára nem csak itt, hanem teszt üzemben június 1. és augusztus 31. között a Tisza-tavon is működött fényjelzéseken alapuló viharjelző rendszer, melyet az OMSZ Észak-magyarországi és az Észak-alföldi Regionális Központjának munkatársai láttak el. A viharjelző rendszer kiépítője és fenntartója itt is a BM OKF megbízása alapján a Rádiós Segélyhívó és Infokommunikációs Országos Egyesület (RSOE).

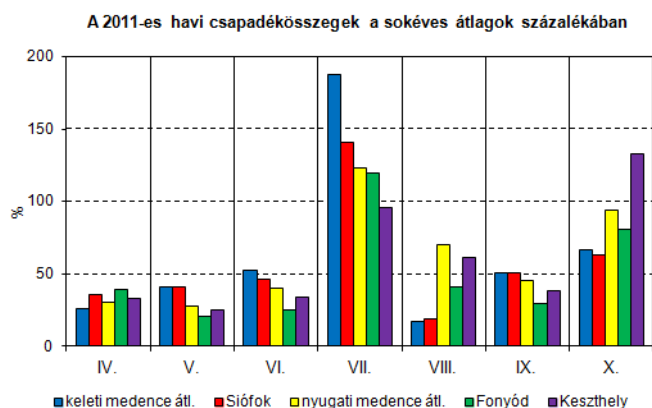
A balatoni viharjelzési idény az extrém csapadékos és erős viharokban gazdag 2010. évi szezonnál szerencsére kevésbé volt eseménydús, a 7 hónap átlagos szélsősége jobban közelített az átlagoshoz, ugyanakkor az erős viharok száma most is viszonylag magas, 13 lett az időszakban.

A 2011. évi viharjelzési szezon időjárásának főbb jellemzői. Az áprilistól októberig tartó időszak, mint 2000 óta többször, ismét a sokévi átlagnál (1961-1990) melegebb és szárazabb lett. A szárazság mértéke azonban az országos átlaghoz hasonlóan, különösen éves vonatkozásban itt is rendkívüli volt.

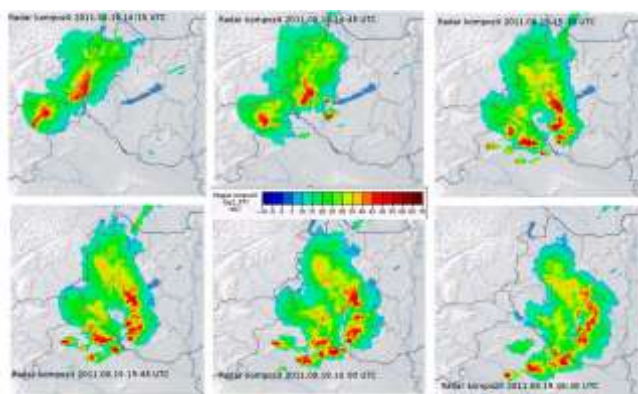
A nyugati, illetve a keleti medence öt-hat kilométeres körzetében mérő állomásokon összességében a hét havi átlagos **csapadékösszeg** még az ilyenkor elvárhatónak a 60-65 %-a lett. Az 1. ábrán feltüntetve láthatjuk, hogy egyedül a július volt az, amikor a havi csapadékösszeg jellemzően Balaton-szerte elérte, vagy meghaladta a sokévi átlagot, könnyítve ezzel a mezőgazdaság helyzetét a térségben. Az év más időszakában azonban, így január, február, illetve november hónapokban a havi csapadékösszegek a 10 mm-t sem érték el. Sőt, novemberben volt olyan település, ahol mérhető mennyiségű csapadék nem is hullott. Így az éves csapadékösszeg a Balatonnál többfelé az előző évinek a harmadához közelített (pl. Siófok (286,8 mm), Balatonboglár, Badacsonytomaj).

Az idei szezon az **átlagosnál melegebb** lett (Siófokon +11,1 %-kal, Keszthelyen +5,4%-kal). A június és augusztus középhőmérséklete másfél - két fokkal, a szeptemberé pedig közel három és fél fokkal haladta meg a sokéves átlagot. A nyári hónapok közül a csapadékos júliusban volt a havi középhőmérséklet az átlag közelében. Ebben a hónapban huszadikától romlott el tartósan az idő (a 12 nap átlagos maximumhőmérséklete 22 fok körül alakult), ugyanakkor még július második hetében minden nap 30 fok feletti maximumok voltak mérhetők. A szezon legmelegebb napja a nyugati medencében a mérések szerint július 9. volt, amikor Keszthelyen az automata 36,8 fokot regisztrált. A keleti medencében Siófokon pedig a tizennegyediken mért 36,6 fok volt a csúcserték. Augusztusban a huszadikát követő hét volt a legmelegebb. Ekkor egy kivételével minden nap 30 fokot meghaladó hőmérsékletek voltak mérhetők. Huszonhatodikán pedig ismét 35, illetve 36 fok felett volt a maximumhőmérséklet. A szeptemberi nyárnak is sokan örülhettek a Balatonnál, hiszen a nyári napok száma még ekkor is 16, 17 volt és csak egy napon fordult elő 20 foknál alacsonyabb napi maximum. A tó vizének hőmérséklete a hónap utolsó napjaiban is 20 fok közelében volt. A csapadékhiány és az átlagosnál melegebb idő a Balaton vízszint változásában is megmutatkozik: április elsejétől október végéig a tó vízszintje 45 cm-rel csökkent. Hogy a szezon átlaghőmérséklete nem került több tizeddel 18 fok fölé (Siófok, Fonyód 18,2 °C, Keszthely 17,6 °C volt, míg az éghajlati normál érték 16,4, illetve 16,0 fok), az annak is köszönhető, hogy október hatodika után jelentős lehűlés következett be, és általában már 15 fok alatti hőmérsékletek voltak mérhetők. Sőt egy olyan nap is előfordult, amikor a 10 fokot sem érte el a napi maximumhőmérséklet.

A 2011-es szezon az átlagos **szélsőséget** tekintve kevésbé volt szeles az előző évnél, de így is a sokéves átlagot valamelyest meghaladó értékek születtek (Siófok +7%, Fonyód +4%, Keszthely 0%). Ugyanakkor a 15 m/s



1. ábra: Havi csapadékösszegek alakulása a sokéves átlag százalékában (1961-1990) a Balatonnál 2011-ben.



2. ábra: 2011.08.19. 14:15-16:30 UTC Kompozit radarképek: Mezőleptéki konvektív rendszer fejlődése a Dunántúlon

feletti viharos napok száma az előző évhez képest növekedett mindkét medencében (nyugati medence +9, keleti medence +5 nappal). A legszelesebb hónapok a június, július és az április lettek, általában 10%-ot meghaladó átlagsebesség növekedéssel (júniusban ~20 %-kal), még a legkevésbé szeles hónap az augusztus lett -5 - -10%-os csökkenéssel.

Erős vihart, azaz 90 km/h sebességet is elérő, vagy meghaladó szelet 13 napon (2010-ben 19) regisztrált a Balaton partján üzemelő 10 automata mérőműszer valamelyike. A legnagyobb számban - ezek közül 4 alkalommal április-

ban, illetve 3 alkalommal augusztusban fordultak elő erős viharok a Balatonnál. A teljesség kedvéért hozzá kell tenni, hogy az áprilisi 4. viharos napon egyedül a füredi automata jelzett 25 m/s-t 0,2 m/s-mal meghaladó szelet. Mivel a szélműszer 30 m-nél is magasabban van, így talán korrektebb, ha 12 erős viharról beszélünk a szezon kapcsán. A viharok kitörésének időpontja 10 esetben a nap második felére esett, a konvektív szempontból legaktívabb időszakra, 15 és 23 óra közé. Ugyanakkor ezek közül csak három esetben volt a nagy szélsőesség okozója zivatar, mely elvonultával a szél jelentősen legyengült akár hidegfronttal, akár instabilitási vonallal érkezett. Ezen három időpont június 23., augusztus 19. és szeptember 19. A mért szélsőességek 105 (Balatonfüred), 117 (Fonyód) és 97 (Balatonaliga) km/h. Az esetek legnagyobb részében – összesen öt alkalommal – hidegfront-betöréskor mértek nagy szélsőességeket (IV.04., IV.12., V.03., VIII.15., VIII.27.), csapadék nélkül vagy a frontvonal mentén záporos csapadékkal. Három alkalommal posztfrontális, illetve anticiklon perem helyzetben (VI.30.-VII.01., IX.05.) haladta meg a szél a 90 km/h-t, ezek közül 30-án a 100 km/h-t.

Néhány eset a legnagyobb viharok közül. A Balatonnál mért legnagyobb szélsőesség a **2011. augusztus 19-i** zivatarrendszer átvonulásához köthető. A nap első felében az országban napos, száraz idő volt, mérsékelt, többnyire délies széllel. Az időjárási folyamatok meghatározója a nap folyamán egyre inkább a 00 UTC-kor még a Benelux államok, Dánia térsége feletti centrumú ciklon lett. A ciklon hidegfrontja a nap elején még Franciaország északnyugati részén húzódott. A front előoldalán többszáz kilométer szélességben a 925-700 hPa-os magassági szinteken erős (12-15 m/s), az 500 hPa-os szint magasságában viharos (20 m/s) délnyugati irányból fújó szél volt a jellemző. Már 00 UTC-kor Franciaország, Németország, Svájc, Olaszország területén a labilis légrétegződést 0 – -2,8 SSI és 35 – 37-es K index értékek jelezték. A hajnali órákban Nyugat-Ausztriában is volt zivatar.

A délután Magyarországra érkező zivatarrendszer kezdeménye Ausztriában az Innsbruck és Salzburg közötti térségben indult fejlődésnek a délelőtti órákban. A kiala-

A Balatonra kiadott viharjelzések száma 2011-ben a Nyugati (NY) és a Keleti (K) medencében

	IV.		V		VI.		VII		VIII		IX.		X.		Az egész szezonnra	
	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K	NY	K
I. fok	15	15	17	14	22	22	21	23	15	15	15	9	15	13	90+30	83+28
II. fok	15	14	18	16	31	27	22	21	8	7	8	10	8	8	87+23	81+22

A viharjelzések fenntartási ideje (óra) a Nyugati (NY) és a Keleti (K) medencében

I. fok	141	140	187	178	280	273	248	240	147	126	103	77,1	185	190	964+326	893+330
II. fok	191	168	145	136	202	194	201	182	75,4	69,1	94,9	89,9	69,8	70,8	718+261	671+239

A viharjelzések fenntartási ideje az összidő %-ában a Nyugati (NY) és a Keleti (K) medencében

I. fok	19,5	19,4	25,1	23,9	38,8	37,9	33,3	32,3	19,8	16,9	14,3	10,7	24,9	25,6	25,1	23,8
II. fok	26,6	23,3	19,5	18,3	28,0	27,0	27,0	24,4	10,1	9,3	13,2	12,5	9,4	9,5	19,1	17,8

1. táblázat: A 2011. évi viharjelzések összesítése

kulást segítő feltételek között kell említeni a labilitás és a talajszinti konvergencia mellett azt is, hogy az alacsonyabb légköri szinteken meglevő melegnyelv fölé a 700 hPa-os magassági szinten Németország felől egy keskeny hidegteknő nyúlt le, amelyben végig nagy volt a nedvességtartalom, és amely végig jelezte a kialakuló zivatarrendszer útját. A kialakult zivatartömb, majd vonal a magyar határ felé haladt feltartóztathatatlanul. A rendelkezésre álló előrejelző modellek többsége az érkező zivatarrendszert a határunkhoz érve legyengítette és kiszáritotta.

A reggeli órákban a modellekből még egyértelműen nem látszott biztosítva a Balaton térségében a zivatarokhoz elegendő nedvesség. A délutáni órákban határunkat átlépve a zivatarrendszer északi része le is gyengült, és ott magyar területen megszűntek a zivatarok. Viszont délebbre, Szentgotthárd térségében, Szombathely magasságáig húzódva 14 UTC körüli időre egy nagyon erős tömb fejlődött ki –60 foknál hidegebb felhőzetével. Az intenzív csapadékhullás idején Szentgotthárdnál 16 fokra csökkent a hőmérséklet (80 km/h-s szélmaximum mellett), miközben ekkor még Sármelléken 31 fok volt. A nagy kiterjedésű csapadéktömb térségében környezetéhez képest 4 hPa-lal is megnőtt a légnyomás, és félő volt, hogy a kifutószél frontja majd eléri a Balatont, így kikerült a nyugati medencére a másodfokú viharjelzés.

14:30 UTC után, miközben a zivatartömb Zalaegerszeg felé közeledett, a Balaton közvetlen közelében Zalaapáti és Zalakaros térségében két zivatarcella indult hirtelen fejlődésnek, melyhez már a közeledő zivatartömb kifutószéle által keltett konvergencia is hozzájárulhatott (2. ábra). Haladásuk még a következő fél órában délkelet felé irányult, így az északabbi cella Sármelléket elérve 15 UTC után 97 km/h szelet, átmenetileg jégesőt és 24,8 mm csapadékot produkált. 17:15-től kezdődően azonban ez a cella haladási irányt változtatott, és határozottan kelet felé kezdett mozogni és továbbfejlődni, míg a Balatontól délre eső részeken is fejlődésnek indultak az első cella kifutószél frontja keltette zivatarok és együttesen bow echo (meghajlított íjhoz hasonlító) alakzatot vettek fel.

A radarképek és a szélmérések szerint is a radar echo északi része bizonyult a legerősebbnek, a comma (vessző) alakzat is kezdett kialakulni az északi részen, ami szupercellára utal. A rendszer legfejlettebb stádiumában a 15:30 - 15:45 UTC körüli időben a legerősebb mért széllokések a Szigliget előtti vízterületen 102 km/h, Fonyódnál 117 km/h voltak nyugati, délnyugati irányból. Meg kell említeni, hogy a szélmaximum idejére a szélirány már északnyugati-ból fordult át, és elmúltával ismét északnyugatira fordult vissza. 16 UTC után a zivatarrendszer gyengülni kezdett, és a keleti medence felé tartva Balatonöszödnél 87 km/h, Siófoknál 81 km/h sebességű szélmaximumot okozott. 17 UTC-tól a Balaton térségében megszűntek a zivatarok.

Annak ellenére, hogy az időben kiadott viharjelzést követően a Balatoni Vízügyi Rendőrkapitányság figyelmeztette a vízen tartózkodókat, így is szükség volt

később több mentésre, halálos baleset azonban nem történt.

Az öt erős vihart okozó hidegfront-betörés közül 2011-ben az augusztus 27-i volt a legnagyobb. Az Északi-tenger feletti centrumú ciklon hidegfrontja a délutáni órákban már Ausztria fölött volt, és az ország keleti és nyugati része között 15 fok hőmérsékletkülönbséget és több mint 10 hPa légnyomáskülönbséget hozott létre. A front a kora esti órákban ért Magyarországra. A Dunántúlra érve a front mentén a nagy légnyomáskülönbség kb. 5 hPa-ra csökkent, és ugyanakkor néhány óra alatt 10-15 fokkal csökkent a hőmérséklet. A legerősebb széllokések a Balaton térségében alakultak ki. Balatonmárfürdőnél 106, Fürednél 102, Balatonöszödnél 95 km/h-t mértek az automaták.

A viharjelzések értékelése. A szezon egyik legemlékezetesebb időjárási eseménye a **Kékszalag Vitorlásverseny** volt, annak ellenére, hogy az aznapi legerősebb széllokések nem tartoztak a szélsőségesen nagy viharok kategóriájába. Július 14-én az esti órákban viharossá váló szél Balatonmária, Fonyód és Szigliget térségében okozta a legerősebb, néhol 80 km/h-t is elérő szelet, azonban a sötétben egész éjjel fújó viharos szél komoly károkat okozott a vitorlásokban, és az éjszaka folyamán több száz bajbajutott embert kellett kimenteni. Az Obszervatóriumból jövő figyelmeztető előrejelzéseknek és riasztásoknak köszönhetően a mentőegységeket még időben a veszélyeztetett területre vezényelték, és a gyors beavatkozásoknak köszönhetően emberéletben nem esett kár.

Az időjárás és a tó vizén tartózkodók 2011-ben is adtak feladatot a Balatoni Vízügyi Rendőrkapitányság munkatársai számára. A Vízügyi Rendészet munkatársai 152 alkalommal 400 fürdőző vagy hajózó személyt mentettek ki a vízből. 2011. április 1-től október 30-ig 10 (2010-ben összesen 5) fő fulladt a Balatonba. Egyetlen olyan halálos kimenetelű vízi baleset sem történt, amely elmaradt vagy későn kiadott viharjelzés következménye lett volna.

A Katasztrófavédelem fényjelző állomásai a Balaton nyugati medencéjében 2269, a keleti medencében 2133, a Velencei-tónál 1660 órán át üzemeltek kisebb-nagyobb megszakításokkal (1. táblázat). Az értékek a tavalyi fenntartásoknál mintegy 100 (keleti medence 94, nyugati medence 120) órával lettek kevesebbek.

A kiadott viharjelzések beválása a tavalyihoz hasonlóan alakult. A Balatonnál 87,3 %, a Velencei-tónál 86,5 % lett, ami az előbbinél 1%-os javulást, az utóbbinál 3%-os romlást jelent. A Balatonra kiadott másodfokú viharjelzések fenntartási ideje a teljes időszaknak a keleti medencében a 17,8, a nyugati medencében a 19,1, még a Velencei-tónál a 10,7 százalékára terjedt ki.

A LEVEGŐ A KORAI GÖRÖG GONDOLKODÁSBAN

THE AIR IN EARLY GREEK PHILOSOPHY

Mészáros Ernő

Pannon Egyetem Föld- és Környezettudományi Tanszék, 8201 Veszprém, Pf. 158., amolnar@almos.uni-pannon.hu

Összefoglalás: A tanulmány röviden összefoglalja a levegő szerepét a korai görög gondolkodásban. Az első filozófus, aki a levegőt őselemnek tekintette, a Kr. e. a hatodik században élt milétoszi Anaximenész volt. Majd az ötödik században Empedoklész kísérletileg igazolta a levegő anyagi voltát, és a levegőt a négy őselem (tűz, levegő, víz, föld) egyikének tekintette. Ezt a nézetet Platón is elfogadta, aki az anyagokat, így a levegőt is, geometriai formákkal azonosította. A negyedik században Arisztotelész elképzelte a négy őselem átalakulásának módjait, valamint kidolgozta a mozgásokra vonatkozó elméletét, amelyet a levegő hatásai jelentősen befolyásoltak. A cikk utolsó bekezdéséből megtudhatjuk, hogy az ókorban az időjárás előrejelzése „időjárási előjelek” alapján történt.

Abstract: The aim of this paper is to summarize shortly the role of the air in the early Greek philosophy. The first thinker in the sixth century BC who considered the air as primary substance was Anaximenes. In the fifth century Empedocles gained experimental evidence that air has material properties, and regarded air as one of the four primary substances: fire, air, water and earth. This view was accepted by Plato, who identified materials, including air, with geometrical forms. In the fourth century Aristotle imagined the ways of transformation of the four primary substances. He also elaborated his theory about motions, which was influenced considerably by the effects of the air. In the antiquity the weather was predicted on the basis of “weather signs” which are briefly outlined at the end of the paper.

Bevezetés. A magára eszmélt ember, a *Homo sapiens*, a körülötte lévő világot kezdettől fogva igyekezett megismerni. Kézenfekvő, hogy először a csillagos eget és az időjárás változásait figyelte meg. Így azt mondhatjuk, hogy a csillagászatkal együtt, a meteorológia, pontosabban a légkör változásainak nyomon követése a legelső „tudományok” közé tartozott. Kezdetben az ember az égi és földi jelenségeket, egyéb híján, földöntúli lények, az istenek akarataival és széleyeivel magyarázta. A görögök voltak azok, akik a tudományos gondolkodást valóban útjára indították, amikor megpróbálták a folyamatokat égi hatalmak nélkül, az emberi ész számára elfogadhatóan értelmezni.

Az ókori görög tudomány a csillagászat terén hatalmas eredményeket ért el. A görög filozófusok rájöttek arra, hogy a Föld gömb alakú, és elképzelésük szerint, körülötte forognak az égi szférák, a Nap, a Hold, a bolygók és a csillagok. Azt is megsejtették (Heraklidesz, Kr. e. harmadik század²), hogy mindez úgy is magyarázható, ha maga a Föld végez tengely körüli mozgást, sőt olyan gondolkodó is akadt (Arisztarkhosz, harmadik század), aki úgy gondolta, Kopernikusz előtt közel kétezer évvel, hogy a Föld forog a Nap körül és nem megfordítva. A fejlődést jelentősen elősegítette, hogy a csillagászatban alkalmazni lehetett a matematika (geometria) eredményeit. Másrészt a valósághoz legjobban közelítő naptár megszerkesztése csillagászati ismereteket tett szükségessé.

Ugyanakkor a légkörrel, az időjárással kapcsolatos tudás nem gyarapodott hasonló mértékben. Ennek alapvető oka nyilvánvaló. A tudás akkori szintjén nem lehetett a matematikát a meteorológiai mozgások és jelenségek leírására al-

kalmazni. Köztudott, hogy erre csak a 19. század második, és a 20. század első felében került sor. A légkörrel³ kapcsolatban továbbá nem lehetett kísérleteket végezni, amely a tudomány alapvető mozgatója. Különböző is a görög tudósokat nem a kísérletezés tette híressé, ez csak a felvilágosodás után vált igazán elterjedté. Persze a kísérletek a csillagászatban is kizártak voltak. A kigondolt elméleteket azonban, a mozgások szabályossága miatt, a gyakorlatban ellenőrizni lehetett.

Mindez nem jelenti azt, hogy a levegő ne szerepelt volna a korai, a harmadik század vége előtti görög gondolkodásban. Hiszen magát a meteorológia szavunkat is az egyik legnagyobb görög gondolkodónak, a negyedik században élt Arisztotelésznek köszönhetjük. Sőt az ókorban, teljesen téves utakon, az időjárás előrejelzésével is megpróbálkoztak. Az elmondottakat figyelembe véve talán nem lesz érdektelen, ha röviden áttekintjük, hogy a levegő hogyan jelent meg az antik görög filozófiában és tudományban. Ezzel mintegy fölvezetjük a meteorológia előestéjét, amelyet hosszú éjszaka követett. Csak mintegy kétezer év múlva, a felvilágosodás korában köszöntött be tudományágunk hajnala (Mészáros, 2006a).

Milétoszi iskola: miből áll a világ. A mai értelemben vett tudomány az ókori görögökkel kezdődött. Az okok nem teljesen világosak. Valószínűnek látszik, hogy a tudomány kialakulásában a gondolat szabadsága, a kritika és a vita lehetősége nagy szerepet játszott. Nem is beszélve a görög

² A továbbiakban az évszámok mindig Krisztus előtti időszakra vonatkoznak.

³ A légkör szó az ókori görögben nem létezett. A kifejezés a felvilágosodás terméke. Igaz, hogy görög szavak felhasználásával, az *atmosz* (gőz) és a *szféra* (gömb) szavakból képezték. Ennek magyar változata, német példára (*Luftkreise*), a „légkör”, amelyet elődeink a 19. század elején használtak először (Benkő és mások, 1970).

ember kíváncsiságáról, az ismeretek utáni vágyáról. Ennek ellenére az ógörög nyelvben nem volt szó a tudományra, a görögök a „természetet illető kérdésekről”, ma úgy mondanánk kutatásról, illetve filozófiáról beszéltek (Lloyd, 2012).

Ismereteink szerint a tudomány a kisázsiai Milétoszban kezdődött a Kr.e. 6. században. Itt éltek azok az első filozófusok, akik a természetben végbemenő folyamatokat megpróbálták az emberi ész számára érthetően megmagyarázni. Alapvető céljuk a dolgok „anyagi okának” az értelmezése volt, másképpen szólva: miből áll a világ. Keresték azt az őselemet, amelyből minden más anyag keletkezett. Az első nagy milétoszi gondolkodó, és, ha lehet ilyet mondani, az első tudós, Thalész (kb. 624-546) volt. Úgy gondolta, hogy az őselem a víz, ami egyébként az egész Földet tartja. Azt, hogy a Föld vízen úszik, már előtte is mondták. A „forradalmi” nézete az volt, hogy a földi jelenségek, így pl. a földrengések függetlenek az istenektől. A földrengéseket

A levegő először a harmadik milétoszi gondolkodó, Anaximenész (kb. 585-526) filozófiájában kapott központi szerepet, aki kimondta, hogy az *őselem a levegő*, és a többi anyag a levegő sűrűsödésével (pl. víz, szilárd anyagok), illetve ritkulásával (tűz) születik. Az elképzelést dicséri, hogy hasonló folyamatok a természetben is megfigyelhetők. Így például a felhő és csapadékeketkezés a levegő (pontosabban a vízgőz, de a görögök számára a levegő, *aer*, általában a gázfázist jelentette) sűrűsödésének, a párolgás a víz ritkulásának a következménye. Anaximenész elmélete számunkra azért nagy jelentőségű, mivel benne van az a tény, hogy a levegő „anyag”. Ennek bizonyítása azonban még vagy száz évet váratott magára.

Empedoklész: aki istennek képzelte magát. Empedoklész (484-424) a görög tudománytörténet különleges alakja. Nem csak jelentőset alkotott, hanem különleges hatalommal felruházott orvosnak, varázslónak, sőt istennek képzelte



Platón és Arisztotelész Raffaello Athéni Iskola című képének középpontjában, Vatikáni Múzeum, Róma

nem a tengeristen, Poszeidón haragja, hanem a víz természetes háborgása időzi elő. Az elképzelés több problémát is felvetett. Az első, hogy mi tartja a vizet. A második, hogy hogyan keletkezett a többi anyag, például a tűz, a vízből.

Ezeket a nehézségeket próbált segíteni Anaximandrosz (kb. 500-428), aki szerint minden a „határtalanból” jött létre, és a Föld is a határtalanban lebeg. Ezzel, ha úgy vesszük, megoldódott az első probléma, de közel sem a második. Hogyan keletkeztek a Földön megfigyelhető anyagok a nem könnyen értelmezhető határtalanból. Anaximandrosz a levegőről nem sokat mondott. Ugyanakkor megpróbált bizonyos légköri jelenségeket megmagyarázni. Így javaslata szerint a villámlás akkor keletkezik, ha a felhők szétválnak, míg a mennydörgést a szél okozza.

magát. Tudományos munkásságának legfontosabb eredménye, hogy kimondta: a világ nem egyetlen, hanem négy őselemből épül föl. Ezek a föld, a víz, a levegő és a tűz. Javaslatával hosszú időre lezárta az őselemek természetéről folytatott vitákat. Másik ihletett meglátása az volt, hogy a különböző anyagok a négy őselem változó arányú keveredésével jönnek létre.

Különösen fontos a levegővel kapcsolatos tevékenysége. Az ötödik században kísérletileg igazolta, hogy a levegő anyag! Ehhez egy ún. *klepszüdrát* használt, amelyeket egyébként az idő mérésére „vízóraként” alkalmaztak. A klepszüdra egy, általában rézből készült gömb, amelynek felső része nyitott csőben végződik. A gömb alján apró lyukak helyezkednek el. Ha az eszközt vízbe mártjuk, akkor

megtelik vízzel. Ujjunkkal zárva a felső cső nyílását, a víz a gömbben marad, ha kiemeljük a folyadékból. Ha szabaddá tesszük a felső nyílást, a víz meghatározott idő alatt (ezért használták óráként) kifolyik a gömbből. Ha azonban a cső nyílását már akkor zárjuk, amikor a gömböt a vízbe mártjuk, akkor a gömbbe nem jut víz. Empedoklész helyesen úgy gondolta, hogy a gömbben van egy anyag, a levegő, amely megakadályozza a víz beáramlását. Ha bemártáskor nem zárjuk a csövet, akkor a víz felül természetesen kiszorítja a levegőt. Más szavakkal: Torricelli előtt két évezreddel igazolta, hogy a levegőnek nyomása van. A görög filozófus a levegő láthatatlanságából kiindulva azt is kimondta, hogy a levegőnek nagyon finoman elosztott anyagból kell állnia. Mivel orvos is volt, a kísérleti eredmény alapján úgy vélte, hogy az ember légzése a *klepsziüdra* elvén működik.

Az ókori görögök a történelem első tudósai. Meglátásaik ellenére nem voltak mai értelemben vett materialisták. Erre jó példa Empedoklész. Püthagorasz követőéhez hasonlóan hitt a lélekvándorlásban, a lélek hallhatatlanságában. Orfista volt, akik tanait a legendák kódéba vesző Orpheuszról származtatták. Hitték, hogy a lélek az örökös áldás vagy kínszenvedés állapotába kerülhet. Az ember földből és égből tevődik össze. A tiszta élet az égi részt erősíti, a földit gyengíti. Az égi rész túlsúlyba kerülése misztikus tudáshoz vezet. Empedoklész ennél tovább ment, istennek képzelte magát. A közel sem bizonyított hagyomány szerint mágikus erővel rendelkezett: gyógyított, eltérítette a szeleket, sőt egyszer egy halott asszonyt is feltámasztott. Mivel kortársai nem mindenben osztották istenségét, elhatározta, hogy isteni voltáról bizonyosságot tesz. Hirdette, hogy beugrik az Etna kráterébe, és onnan élve távozik. Be is ugrott. Nem volt isten. Így ért véget annak a gondolkodónak az élete, aki bebizonyította, hogy a levegő anyag.

Platón: ikozaédereből levegő. Az ikozaéder húsz szabályos háromszög által határolt mértani test. Platón (427-347) azt sugallja, hogy a test szétesésekor levegő (és tűz) keletkezik. A ma már kissé furcsa javaslat megértéséhez induljunk ki Platón elképzeléseinek alapjaiból. A nagy görög gondolkodó szerint az igazi valóság a *Formák* világa, amelynek tökéletlen árnyképe az észlelt valóság. Ez utóbbit csupán azért kell tanulmányozni, hogy a Formákról sejtésünk legyen. Így az égitestek sokszor szabálytalan (pl. bolygók) mozgását szerinte vissza kell vezetni a tökéletes formák, a körök és gömbök világába. Ez akkor előremutató elmélet volt, mivel az égi jelenségeket a matematika (geometria) segítségével értelmezte. Évszázadok múlva azonban a fejlődés akadályozójává vált. És végül, ahogy Püthagorasz követői mindent a számokra vezettek vissza, a platóni iskola, az Akadémia az anyagi dolgokat a geometriai formákkal azonosította.

Platón elfogadta Empedoklész javaslatát, amely szerint minden természetes anyag a négy egyszerű elem, a tűz, a levegő, a víz és a föld vegyülete. Nem állt meg azonban ennél a gondolatnál, hanem a négy elemet a szabályos háromszögekből képezhető szabályos mértani testekkel, formákkal azonosította. Így a tűz négy lapból álló *tetraéderek*ből, a *levegő oktaéderekből* (nyolc lap), a víz *ikozaéderek*

ből (20 lap), míg a föld a kockákból (*hexaéder* - 6 lap) áll (Lloyd, 2012). Az ötödik szabályos testet, a *dodekaédert* (12 lap) nem párosította egyszerű elemmel, hanem az égi állatövvel.

Platón anyagról vallott elmélete abban hasonlít az atomisták⁴ nézeteihez, hogy a világ homogén egységekből áll. Az atomisták azonban az atomokat szilárd testeknek tekintették, míg Platón szerint az egységek felületek, amelyeket egyenlő oldalú, illetve egyenlőszárú háromszögekből lehet megszerkeszteni. Ezek a geometriai egységek egymásba át is alakulhatnak. Így, bár a részleteket írásából nem ismerhetjük meg, a vizet alkotó ikozaéderek két oktaéderré, azaz levegővé, és egy tetraéderré (tűz) esnek szét. Elvileg a folyamat az ellenkező irányba is végbemehet.

Mai fejjel természetesen számos kérdést felvethetünk. Már az alapelképzelés is megkérdőjelezhető: hogyan lehet a világ tárgyait geometriai egységekkel jellemezni? Miért és hogyan esnek szét (vagy állnak össze) a geometriai testek, hogy más anyagokat képezzenek? Az elmélet szerint továbbá a negyedik elem, a föld nem alakul át? A kocka kockákra esik szét, illetve kockákból rakható össze. Miért nem kötődik az ötödik szabályos test, a dodekaéder valamilyen őselemhez? Természetesen a kérdésekre nincsenek válaszaink. Fogadjuk azonban el, hogy Platón filozófiájával megpróbált valamiféle rendet vinni a világba. A világba, amelyben szerinte az ész uralkodik. És ebben a rendben nem fellelkezett meg a levegőről, amelynek vizsgálatát fontosnak tartotta.

Arisztotelész: mi a meteorológia? Arisztotelész (384-322) az ókori tudomány legnagyobb alakja, még akkor is, ha fontosabb nézetei az idők során egytől egyig hamisnak bizonyultak. Életművét számunkra különösen fontosá teszi, hogy a filozófia három klasszikus területe mellett (fizika, értsd természet, logika és etika) *Meteorológia* c. könyvében először foglalta össze a levegővel kapcsolatos ismereteket (angolul lásd: Aristotle, 2004).⁵ A kötetről nem rég jelent meg részletes magyar ismertetés (Mészáros, 2006b). Jelen cikkben ezért tartalmáról csak néhány megjegyzést teszünk.

E folyóirat olvasói számára mindenképpen érdekes, hogy az ókori Mester mit is értett meteorológián. Közel sem azt, amit mi. Szerinte a meteorológia⁶ „... olyan természetes jelenségekkel foglalkozik, amelyek kevésbé tökéletesek, mint a testek elsődleges elemének rendje. A csillagok mozgásának közvetlen közelében zajlanak le (ilyen a tejút, az üstökösök és a meteorok mozgása). Tanulmányoz továbbá minden jelenséget, amelyek a levegőhöz és a vízhez kapcsolódnak, és vizsgálja a föld mindenfajta részét, illetve ezek jelenségeit. Megvilágítja a szelek és földrengések okait

⁴ Az anyag oszthatatlan egységekből, atomokból áll. Legismertebb képviselőjük Démokritosz (kb. 461-360).

⁵ Ismereteim szerint a görög eredetiből jelenleg készül a magyar fordítás.

⁶ A meteorológia szó a görög *metéorosz*, azaz magasba emelt, magasban lebegő kifejezésből származik (Benkő és mások, 1970).

és a részek mozgásának minden következményét, amelyet a mozgás kivált”. A meghatározáshoz annyit fűzünk hozzá, hogy a testek elsődleges eleme az éter (*aither*), amelyben a változó, és múlékony világ fölött az örök, változatlan égi mozgások végbemennek. Arisztotelész ugyanis elfogadta a négy őselemet, hozzátéve egy ötödiket, az étert. Empedoklész javaslatát még azzal is kiegészítette, hogy mindegyik őselem kettős tulajdonsággal rendelkezik. Így a levegő meleg és nedves, a víz hideg és nedves, a föld hideg és száraz, a tűz meleg és száraz. Ha valamelyik elem egyik tulajdonsága megváltozik, akkor egy másik elem keletkezik. Például, ha a meleg levegő lehűl, akkor víz keletkezik, ha „kiszárad”, akkor tűz jön létre, és megfordítva.

Ha eltekintünk a „csillagok mozgásának közvetlen közelétől”, akkor a meteorológia arisztotelészi meghatározása leginkább a földtudományok mai definíciójához hasonlít. Így az utolsó mondatban együtt említi a szeleket és a földrengéseket. Nem is véletlenül. A két jelenség az ókori tudós szerint szorosan összefügg. A szeleket a levegő felszíni kiáramlása hozza létre, „minden szélnek a száraz párolgás az oka” jelenti ki. Ugyanakkor a nedves párolgás felhők keletkezéséhez vezet. Előfordulhat, olvashatjuk a *Meteorológiában*, hogy az áramlás függőleges és nagy energiával rendelkezik. Ilyenkor behatol a földbe, ami földrengéshez vezet. Mielőtt ezen mosolyognánk, gondoljunk arra, hogy a földrengéseket csak jó ötven évvel ezelőtt tudta a tudomány helyesen megmagyarázni.

Arisztotelész: a mozgásokról. A *Meteorológia* c. művén kívül Arisztotelész más írásaiban is foglalkozik olyan témákkal, amelyekben közvetlenül vagy közvetve kapcsolatosak a levegővel. A témák között legfontosabb a mozgások tana, amelyet elsősorban a *Fizika*, illetve *Az égbolt* c. munkájában fejt ki (az utóbbi nem rég magyar kiadásban is megjelent: Arisztotelész, 2009). Bár Arisztotelész nem ad összefüggő dinamikai képet, ő az első a görög tudományban, aki ilyen kérdésekkel foglalkozik. Abból indul ki (Lloyd, 2012), hogy a négy földi elem természetes mozgása lefelé vagy fölfelé irányul: a Föld középpontja felé vagy attól távolodva. Ha semmi sem akadályozza az elemeket, akkor a könnyűek, a tűz és a levegő emelkednek, a nehezek, a víz és a föld süllyednek. Mint a mozgó állatok, az elemek mintegy a „helyükre” igyekeznek. Természetesen ellenkező irányú mozgás is lehetséges, de az ilyen kényszermozgásokhoz erőt kell kifejtenünk. Az erő azonban nem a gyorsulást, hanem a sebességet változtatja meg. Ez volt a görög gondolkodó egyik tévedése, bár igazából a tételt csak Newton cáfolta meg (addig lényegében mindenki elfogadta). Az erőhatás legegyszerűbb példája, ha egy követ elhajítunk a levegőben. Persze akkor azonnal felmerül a kérdés: milyen erő mozgatja olyan sebességgel lefelé a levegőt, hogy földrengéseket okoz? Sajnos a kérdésre egyik arisztotelészi műben sem találunk egyértelmű választ.

Az atomisták feltételezték, hogy az atomok között légüres tér helyezkedik el. Platón ezt a feltételezést nem fogadta el, mivel, úgy okoskodott, a mozgáshoz valamilyen anyagra, közegre van szükség. Ezt a nézetet vallotta Arisztotelész is.

Úgy gondolta, hogy a sebesség fordítottan arányos a közeg „sűrűségével” (mai szóhasználattal), amelyben hullik. A *Fizikában* a testek levegőben, illetve vízben történő mozgását elemezve megjegyzi: „... amennyivel a levegő ritkább és testtelenebb, mint a víz, a tárgyak annyival gyorsabban mozognak az egyikben, mint a másikban”. Ez a megállapítás mai tudásunk szerint is helyes, a testek mozgása sűrűbb közegben valóban lassúbb, de az összefüggés bonyolultabb, mint Arisztotelész feltételezte.

Tulajdonképpen a levegővel függ össze Arisztotelésznek az a megállapítása, amely a legtöbb kritikát váltotta ki. A levegőben hulló testek megfigyelése alapján kimondta, hogy a súlyosabb testek nagyobb sebességgel hullnak, mint a könnyebbek. Az égboltban erről a következőket írja: „Ha a súlyok adott idő alatt bizonyos távolságot tesznek meg, akkor a nagyobb súlyúnak ugyanahhoz a távolsághoz rövidebb időre van szüksége, és az idő a súlyok arányában viszonyul egymáshoz”. A megfigyelés korrekt: tény ugyanis, hogy a nehezebb testek gyorsabban esnek, mint az ugyanolyan formájú és nagyságú, kisebb sűrűségű tárgyak. De ebből a kísérleti megfigyelésből nem lett volna szabad (könnyű ez ma mondani) általános következtetést levonni. Honnan tudhatta volna a Mester, hogy vákuumban (amelynek a létét el sem fogadta) ez nem így van.

A tudománytörténet érdekessége, hogy a tétel helyességét már egy bizánci tudós a Kr. u. hatodik században élt Philoponosz is megkérdőjelezte (nem kellett Newtonig várni). Ez azért is érdekes, mivel a Bizánci Birodalomban nem nagyon foglalkoztak tudománnyal. A bizánci gondolkodó azt írja (idézte: Simonyi, 1981): „Ugyanis, ha leejtünk azonos magasságból két súlyt, amelyek egyike sokszorosan nehezebb, mint a másik, azt találjuk, hogy a mozgáshoz szükséges idők viszonya nem függ a súlyok viszonyától, hanem az időbeli különbség nagyon kicsi”. Lloyd (2012) szerint a mondat kísérleti megfigyelésen alapul. Simonyi ezt vitatja. Valószínűtlennek tartja, hogy a hatodik században sikerült a kísérlethez szükséges vákuumot előállítani. Ugyanakkor nehéz elképzelni, hogy a bizánci erre intuitíve jött rá. Mindenesetre rájött, és igaza volt.

Theophrasztesz: időjárési előjelek. Arisztotelész után a levegővel kevés görög gondolkodó foglalkozott. Ezek közé tartozott tanítványa, Theophrasztesz (372/369-288/285), aki elsősorban a növények rendszerezésének szakértője volt, de a levegő jelenségei után is érdeklődött. Ilyen irányú nézetei magyarul is megjelentek (lásd Mészáros, 2008). Itt csupán arra utalunk, hogy ő volt az a gondolkodó, aki összefoglalta az időjárás előrejelzésével kapcsolatos ókori nézeteket (Theophrastus, 1980). Ez lehetőséget ad arra, hogy rövid eszmefuttatásunkat a levegő állapotának változásaira vonatkozó elképzelésekkel zárjuk.

Az idézett írás a következő mondatból kezdődik. „Az eső, a szélvihar és a szélidő előjeleit írjuk le, ahogy ezek összegyűjthetők részben saját megfigyelések, részben hitelképes személyek információi alapján”. Az előjelek lehetnek égi, légköri (szerencsére ilyenek is voltak), vagy más természetes jelenségek (pl. állatok viselkedése). Nézzünk ezek közül néhányat, megjegyzés nélkül idézve a szerzőt.

„... ha télen vagy tavasszal a nap felhőben nyugszik le, akkor három napon belül eső lesz”.

„Esőt jelent, ha a varangyos béka fürdik, és még inkább, ha a békák hangosak”.

„A földön összegömbölyödő kutya erős szelet jelez”.

„Ha ősszel a birkák vagy az ökrök lyukakat ásnak, és őszszedugják a fejüket, akkor kemény tél lesz”.

„... szépidő következik, ha a hold körvonala három nappal a telihold után fényes...”

„Ha a birkák későn kezdenek legelni, ez annak a jele, hogy szépidő lesz. Akkor is így lesz, ha a bivaly és a kutya a baloldalán fekszik, ha jobboldalukon fekszenek, az vihart jelent”.

Az előjelek között persze olyanok is akadnak, amelyekkel egyetérthetünk. Igaz ezek eléggé nyilvánvalóak. Például:

„Ha minden oldalról villámlik, ez esőt jelez, és bármely irányban villámlik, rövidesen megerősödik a szél. Nyáron, ha akármelyik irányban villámlik és dörög, akkor szélvihar lesz...”

Azt hiszem nem érdemes további idézetekkel szolgálni. Az eddigiekből is látható, hogy időben milyen messze vagyunk még a tudományos alapokon nyugvó szubjektív előrejelzésektől is, az objektív numerikus prognózisokról már nem is beszélve. Az mindenesetre biztos, hogy az időjárás előrejelzésére már az ókorban is volt igény.

Záró megjegyzések. Mint láttuk, a korai görög filozófusok megpróbálták a levegő természetét és szerepét megismerni és

raciónalisán megmagyarázni. A lehetőségek akkori szintjén ez többé-kevésbé sikerült nekik, annak ellenére, hogy nézetekből ma már lényegében semmit sem fogadunk el. Az időjárás változásainak értelmezésében, illetve előrejelzésében nem sok sikert értek el. Ennek ellenére tudományunk, a meteorológia kialakulásában fontos szerepet játszottak. Felvetették azokat a kérdéseket, amelyekre sokszor még ma is keressük a megfelelő válaszokat: miből áll a levegő, mi okozza a változásait, milyen kapcsolatban van a Föld többi tartományaival, és, nem utolsósorban, hogyan lehet folyamatait előre jelezni.

Irodalom

Arisztotelész, 2009: Az égbolt (franciából fordította Lautner Péter). Akadémiai Kiadó, Budapest.

Aristotle, 2004: Meteorology (Transl.: E.W. Webster). Kessinger Publishing, Whitefish, MT.

Benkő L., Kiss L. és Papp L. (szerk.), 1970: A magyar nyelv történeti-etimológiai szótára. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Lloyd, G.E.R., 2012: Greek Science. The Folio Society, London.

Mészáros E., 2006a: Az újkor tudományos forradalma. A meteorológia születése. Légkör 51 (különszám), 2-6.

Mészáros E., 2006b: Ókori meteorológia: ahogy Arisztotelész gondolta. Magyar Tudomány 167, 197-204.

Mészáros E., 2008: A levegő megismerésének története. MTA Történettudományi Intézete, Budapest.

Simonyi K., 1981: A fizika kultúrtörténete. Gondolat Kiadó, Budapest.

Theophrastus, 1980: Concerning Weather Signs. In Enquiry into Plants II. (Transl.: A.F. Hort). Loeb Classical Library, Cambridge (USA), London.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38, toth.k@met.hu

ANNEX, *annex* <ang, latin *annectere* szóból>, melléklet, függelék. Az ICAO bizottságai ~kben foglalják össze a polgári repüléssel kapcsolatos alapelveket, szabályokat. Ezek kitérnek a személyi alkalmasságra, a repülőgép légi alkalmasságára, a karbantartás követelményeire, a környezetvédelmi előírásokra, a veszélyes áruk szállítására. A nemzetközi légi közlekedés meteorológiai kiszolgálására vonatkozó előírásokat az ANNEX3 tartalmazza. (Wantuch F. és Potor A.: *Repülésmeteorológiai előrejelzések lehetséges verifikációja*)

evapotranspiráció, *evapotranszspiráció* <lat. *evaporatio* + *transpiratio*> a talaj- (víz-) és a növényfelszín együttes párolgása. (Dr. Antal Emánuel 80 éves)

evapotranspirométer, *evapotranszspirométer*, *kompenzációs liziméter* a növényállománnyal borított talaj párolgásának mérésére szolgáló eszköz, amelyben egy kiegyenlítő tartály segítségével állandó magasságban tartják a talajvízszintet. (Dr. Antal Emánuel 80 éves)

ICAO <röv., ang. >, *International Civil Aviation Organisation*, Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet, az ENSZ 1944. december 7-én Chicagóban alapított szakosított szerve. Székhelye Montreal, Kanada. Feladata a polgári légi közlekedés biztosítása nemzetközi szabályok és szabványok megalkotásával és elfogadtatásával. A szervezet alelnöke 2006. október és 2007. október között dr. Sipos Attila volt. (Wantuch F. és Potor A.: *Repülésmeteorológiai előrejelzések lehetséges verifikációja*)

K-index labilitási index. A szinoptikus gyakorlatban a heves zivatarok kialakulási valószínűségének meghatározására használt mérőszám. Értékét a

$$K = T_{850} - T_{500} + Td_{850} - (T_{700} - Td_{700})$$

formula határozza meg, ahol T illetve Td az indexben megadott nyomási szinten (hPa) mért hőmérséklet illetve harmatpont. (Zsikla Á.: *A 2011 évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról*)

Folytatás a 35. oldalon

MÁS AZ A NAP

THE SUN IN AN OTHER APPROACH

Jankovics Marcell

a Magyar Művészeti Akadémia tagja
marcell41@t-online.hu

Összefoglalás. Nemcsak a meteorológiai mérési és megfigyelési gyakorlatban kiemelt szerepe van a Napnak, hanem a meteorológiai riasztásban is. Az UV-B sugárzás bizonyos határértéket meghaladva veszélyes a nem is túl hosszú időn keresztül való napozás során az emberre. Az UV-B veszélyes időszak az év nyári felére terjed ki, amikor az Országos Meteorológiai Szolgálat kiad UV-B riasztást. A szezon kezdetekor a Napsugárzás-védelmi Testülettel közösen az OMSZ minden évben sajtótájékoztatót tart, amire különböző kapcsolódó szakterület képviselőit is meghívja. A 2012. április 24-i sajtótájékoztatón a Napról elhangzott kultúrtörténeti ismeretekről elhangzott előadást foglalja össze ez az írás.

Abstract. The Sun plays a role not only emphasized in the meteorological measurement and watch practice, but in the meteorological warning system too. UV-B radiation exceeding a certain limit value is dangerous of sunbathing person through not too long time. The UV-B dangerous period expands on the summer half of the year when the OMSZ-Hungarian Meteorological Service issues UV-B warning. OMSZ keeps a press conference, to which he invites the representatives of different related specialists, together with Sunshine Protection Body at the time of the beginning of the season in every year. The 24 April 2012 press conference among others a cultural history paper was presented. The paper summarizes the presentation.

Bevezetés. Előadásomnak az volt a célja, hogy fölmutassam az ókori napkultusz tudományos igényre utaló és gazdasági célzatú elemeit.

A háromszögletű egyiptomi napjelkép. Nut ég-, helyesen tejútistennőt Dendera római kori Háthor templomában úgy ábrázolják, amint az ágyékából kelő Nap beragyogja Háthor istennőt. Nutról úgy beszélnek, mint aki este fölfalja és reggel újraszüli a Napot, ennek megfelelően is látható. A későkortól kezdve ez arra is utalt, hogy a Nap a nyári napfordulón a Tejút és a horizont egyik találkozásánál (Nut szájánál) nyugszik le, a téli napfordulón pedig a másikon (Nut ágyékából) kel. Ez így van mindmáig.

Az említett domborművön (1. ábra) a napsugarakat nem az általunk ismert módon, hanem kis egyenlő oldalú háromszögek sorozataként ábrázolták, mintha tudomásuk lett volna arról, hogy a fény kvantumokban terjed.

A domborművek, szobrok, koporsófedelek fáraóinak a kezében lévő stilizált, arany ostor fonadékát éppolyan háromszög-sorozatokat jelzik, váltakozva gömböcskékkel és sugarakkal (vö. a magyar szóval: ostorsudár), amilyenekkel a napsugárzást ábrázolták az egyiptomiak. Ez arra emlékeztet, hogy a fáraó a Nap leszármazottja, egyben megtestesülése – az egyiptomiak hite szerint. Amikor az uralkodó megjelent alattvalói körében, azt mondták:



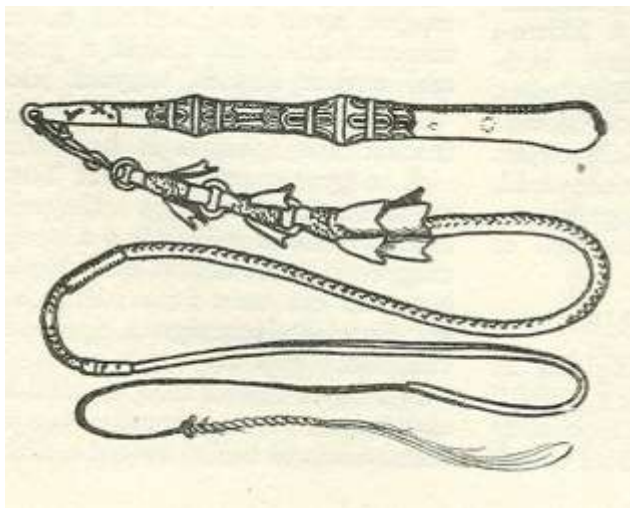
1. ábra Nut ágyékából kiáramló Háthorra áradó napsugárzás



2. ábra A napsugarak ábrázolása az ókori Egyiptomban

„fölkelt a Nap a horizonton”. Mindkét eseményt ugyanazokkal az írásjelekkel írták le.

Az ostor, úgyis, mint villámjelkép, a Nap attribútuma a görög mitológiában is. Hélios napisten villámostorral hajtotta a lovait. Héliosznak viszont Illés (Éliahu) próféta a bibliai megfelelője. (Nem ez az egyetlen kapcsolódás a bibliai történetek és a görög mitológia között.) Malakiás próféta így ír a Messiásról, akit a tüzes szekéren égbe emelkedő Illéssel azonosít: „És feltámad néktek, a kik félitek az én nevemet, az igazságnak napja, és gyógyulás



3. ábra A karikás ostor pillangói emlékeztetnek a fáraói ostor (légyecsapó) "fénykvantumaira"

lesz az ő szárnyai alatt..." (Mal 4,2). A közelmúlt görög és balkáni ortodox néphite Hélioszt és a viharisteni tulajdonságokkal felruházott Szent Illést váltig összekeveri. A nyári Illés-nap (júl. 20.) körüli viharokat kísérő villámlást és mennydörgést Illés ostorpatogatásával, szekérének dübörgésével magyarázzák. A gnosztikus gemmákon Jao (Jahve) isten kezében Hélios villámló ostorát látjuk.

Felhívnam a figyelmet a magyar pásztorok pillangós karikás ostoraira (3. ábra).. A karikákkal váltakozó háromszögletű „pillangók” a fáraói ostorok fénykvantumaira emlékeztetnek.

Bár az egyiptomi piramisok óriásméretűek az ostorok kis háromszögletű fénykvantumaihoz képest, ők is a napfény szimbólumai (4. ábra). Gigantikus méretűek azt is elárulja, hogy az egyiptomiak megsejtették, hogy a legfőbb, egy időben egyetlen istenük (Aton) is elképzelhetetlenül nagy. Ne felejtjük el, hogy az ideális piramis négy oldala egyenlő oldalú háromszöghöz közelít. Az egyenlő oldalú háromszög pedig még a kereszténységben is az isteni tökéletesség, a szentháromság jelképe. Egyiptomban az istenháromság atya, anya és fiú együtteséből álltak, ennek nyomán a koptok a Szentlélek helyére Isten Anyját helyezték a szentháromságba.

Kákósy László, a kiváló egyiptomi régész szerint a piramis a „fényhegy” kőből rakott mása. A „fényhegy”, az *ahet* hieroglifa azt a helyet jelöli, ahol a Nap lenyugszik és fölkel, vagyis ahol – két hegy között – az egyik világ-

ból a másikba átlép. Ez magyarázhatja azt is, miért faragtak kis piramisokat a későkor előkelőinek kisméretű sír-emlékeire. Kákósy László a fényhegy-metaphora alapján azt a valóban gúla vagy háromszög alakú fénypiramist tartja, mely Egyiptomban olykor naplementekor a nyugati égbolton, napkeltekor keleten látszik (l. még „állatövi fény”). Magát a Napot is ábrázolják gúla alakúnak, amiből arra következtet, hogy a piramist napjelképnek is felfoghatjuk. Az egyiptomi obeliszk, tetején a piramis alakú csúccsal, az ún. piramidionnal, a napsugár gránitba faragott (egykor aranylemezzel burkolt) metaforája, mi-



4. ábra A piramis is napfény szimbólum

közben napóra mutatójaként, a nyári napforduló időpontjának a meghatározására szolgált. A Ráktérítő Sziénén, a mai Asszuánon halad keresztül, ahol a nyári napfordulókör a Nap pontosan a zeniten delel, az itt fölállított obeliszk nem vetette árnyékot.)

A virág mint egyetemes világosságjelkép. A párizsi Louvre-ban őriznek egy Kr. e. IX. századból való festett egyiptomi fatáblát, melyen a sólyomfejű napisten látható, feje búbján kígyó kerítette napkoronggal (2. ábra és 5. ábra). Az égitestből fényháromszögek helyett oldalnézetű virág-kehely sorozatok záporoznak az istennek hódoló nőalakra. Kákósy László a „virágkvantumot” a másik jellegzetes egyiptomi napfény-ábrázolás, a fényháromszög elnövényesedett formájának tartja.

Az első magyar vers, az *Ómagyar Mária-siralom* így szólítja Jézust: „Vylag uilaga viragnac uiraga”, azaz „Világ világa, virágnak virága”. A „világ” itt természetesen világosságot jelent. (L. napvilág, mécsvilág.) Ez az értelme népdalból szintén ismerős: „Gyere babám, gyűjtsél világot!” A népdal a virág-világ kapcsolatot is megőrizte: „Virágéknál ég a világ...”. Nem a magyar az egyetlen, mely mindössze egy betű eltéréssel, azaz félrehallhatóan nevezi nevén a két fogalmat. L. orosz *свем* fény, világosság, *цвет* virág.

Nem mellékes, hogy Krisztust, a „világ világosságát” még a barokk korban is ábrázolják virággyermekként. Például a gyöngyöspatai Jessze fája-oltáron, ahol Mária-

val együtt rózsakehelyből emelkedik ki. Ez a kép a ló-tuszból kifeszítő napisten-gyermek, Nofertum ó-egyiptomi ábrázolásáig követhető vissza.

Világ és virág között van képi kapcsolat is. Az egyiptomiak a csillagokat ötszirmú virágként ábrázolták. A legközönségesebb egyszerű vadvirágforma ötszirmú. Ezek a virágok olyanok, amilyeneknek az ember stilizálja a csillagokat. Régi kínai mondás szerint a csillagok az ég virágai, a virágok földre szállt csillagok. A magyar vadvirágnevek között sok csillagosat találunk. Íme, egy sor ezek közül: kékcillag, csillagbogáncskóró, csillagfü, csillagfürt, csillaghúr, csillagpázsit, csillagos szívfű, csillagvirág. Közülük több nemzetségnév. Ezeknek, mint például a csillaghúrnak, egyenként akár száz faja is virít. Említést érdemel, hogy a virágok jellemző színei: a fehér, sárga, vörös és kék megegyeznek a csillagokéval.

A virág fölbukkan egy másik ősi fényjelkép, a szarvas-agancs díszeként is. Nincs terem itt arra, hogy bemutassam sorozatban a napos, holdas, sugárzó vagy éppen lángoló szarvas fejdísz-ábrázolásokat, melyek Eurázsia minden részén előkerültek az újkőkortól a legújabb korig, csak példákat ragadok ki. Mint azt a tetoválást, amely az altáji Pazyryk egyik, Kr. e. V. századi sírjában mumifikálódott előkelő halott jobbkarján látható a szentpétervári Ermitázsban. E tetovált állat mitikus lény. Sötét pófája és ugyancsak sötét, patában végződő lába, világos teste, valamint pappos szája a rénszarvasé, furcsa fejdíszének előre ágazó részei is rénagancsra hajaznak. Ugyanakkor a száját kampós csőrnek is nézhetjük, vagyis van madárszerű (!) is benne. Agancsa a legkülönösebb. A szarvpár íve a kőszáli kecske szarvának hátrahajló ívét követi, és az agancságak végén virágok nőnek. Hasonlóképpen az állat sörényén és hosszú farka végén. A virágok némelyike viszont stilizált madárfej is lehetne.

Az altáji Pazyryk V–III. századi fejedelmi sírjaiból olyan lómaszkok kerültek elő, melyek a temetéskor feláldozott lovakat táltossá varázstolták, olyan csodalénnyé, mely leginkább szarvasra emlékeztet. A keleti szkíták, perzsától kapott nevükön szakák, lótenyésztő létükre az isteni szarvas népének tekintették magukat, aminek az lehet a magyarázata, hogy őseik, mielőtt lótenyésztésre adták volna a fejüket, rénszarvaspásztorok voltak.

Az Ermitázsban őriznek egy szintén Pazyrykben talált, fém-ből készült kis szarvas lómaszk-modellt. A szarvasfő egy óriás griff csőréből bújik ki, s ez utóbbi fejéhez kétoldalt madárszárny illeszkedik. Első látásra a griff feje

nem szúr szemet, és a szárnyak a szarvas fejdíszének, fülének tűnnek. Az V. századnak mondott gímszarvas-fejet formázó maszkot sajátos agancs koronázza. Az agancságak ugyanis kakasfejekben végződnek. E kakasfejek a tetoválás agancsvirágaira emlékeztetnek.

Ha a virág fényjelkép, a kakas, ez az ázsiai eredetű „tűzmadár” még inkább az. Kínától Európáig sorolhatnám a példáit. Ismét legyen elég csak kettő. Mi magyarok, ha régen kigyulladt egy ház, azt mondtuk, „vörös kakas szállott rá”. A zsidók – Chagall képei a tanúk rá – Isten jelképének szintén a kakast tekintik, két bibliai állítás nyomán. Mielőtt Isten azt mondta volna: „Legyen világosság!”, a „Lelke lebeg vala a vizek felett.” (Ter 1, 2-3.) Mint egy kiterjesztett szárnyú madár. A kakas első megszólalását az ember évezredek óta a hajnal jelzésének tekinti.

A tényleges, lótetemen talált pazyryki lómaszkok között is van olyan, amelyen a szarvas páros fejdíszét szárnyak egészítik ki, illetve szárnyak helyettesítik. A szárnyakon talált aranymaradványok e szárnyak fényjelkép-



5. ábra Hórusz fején kígyó övezte, felül szárnyas napkorong

voltát valószínűsítik.

A szárnyas szarvas lófejekről jusson eszünkbe a váci egyház *Képes Krónikájában* elbeszélte alapítási legendája. A történet szerint Szent Lászlónak, miközben bátyja, Géza herceg oldalán csatára készül Vácott, látomásban angyal jelenik meg, és Géza fejére aranykoronát helyez. Géza a látomás hallatán megfogadja, hogyha öccse látomása teljesül, vagyis király lesz, egyházat épít Szűz Máriának azon a helyen. A Salamon feletti mogyoródi győzelem, majd a koronázás után visszatérnek a tett színhelyére, hogy helyet keressenek az építendő egyháznak.

„És mikor ott állottak Vác alatt, ahol most Boldog Péter apostol egyháza van, egy szarvas jelent meg nekik, szarvai tele égő gyertyákkal; eliramodott előlük az erdő felé, és lábát azon a helyen vetette meg, ahol most a monostor van. A vitézek rányilaztak, mire a Dunába szökönt, és többé nem látták. Ennek láttára szólott Szent László: »Bizony, nem szarvas volt ez, hanem Isten angyala.« És mondotta Géza király: »Mondjad, kedves öcsém, mit jelentettek az égő gyertyák, miket a szarvas agancsán láttunk?« Felelt Szent László: »Nem agancsok voltak azok, hanem szárnyak, nem is égő gyertyák, hanem fényes tollak, lábát pedig azért vetette meg ott, mivel megjelölte a helyet, hogy ott építsük fel a Boldogságos Szűz egyházát, s ne másutt!«”

Az agancs fényjelképpé válásának persze valóságalapja is van. Ha az ember szarvasbőgés idején az alkonyi homályban megpillant egy szarvast, először a lecsiszolt agancsok fehéren világító ágcsúcsait veszi észre. Olyanok, mint a gyertyák.

Bármilyen nagy az idő- és térbeli távolság a pazyryki szárnyas szarvas maszkok és a *Krónika* keletkezése között, a Szent László-i legendárium tér- és időbeli folytonosságot jelző párhuzamai azt áthidalhatónak mutatják. Hogy a Pazyrykban temetkezők agancs ~ szárny képzele eleinknél fennmaradhatott a *Képes Krónika* idejéig, azt segítette az – úgymond – kedvező szellemi közeg, mely a fényszimbolika hasonló, fentebb ismertetett képeivel élt. A hagyomány erejét tanúsítja, hogy a regösének szarvasának agancsán ma is, 750 évvel azután, hogy Kálti Márk a váci csodát lejegyezte, változatlan gyűjtatlan gyulladnak a misegyertyák, akár a karácsonyi regölők, akár Berecz András, akár a „Vágtázó Csodaszarvas”, Grandpierre Attila hangján.

A csodaszarvasok agancsát szárnynak látja a szent herceg, az agancson keresztet, napot látnak más arra érdemesítették. Erről a szárnyas napkorong-ábrázolások jutnak az eszembe. A fény szárny metafora egészen különleges példája a szárnyas napkorong. Feltevésem szerint ez az ábrázolási forma nem az égtest repülését, lebegését jelzi. Más égtestet nem ábrázolnak szárnyal, a Napot, napisteneket viszont igen, de csak egy jól meghatározott körben (6. ábra). Ez a jelkép csak abban az övezetben fordul elő, ahol olyan gyakori a napfogyatkozás (Közép-Amerikában, Egyiptomban, Mezopotámiában, Iránban, Délkelet-Ázsiában), hogy rendszeres megfigyelés és tapasztalatgyűjtés tárgyává válhatott. Napfogyatkozásakor például „tezkatlipokán” (azaz obszidiánon) keresztül nézve azt látjuk, hogy a Nap belső koronája vagy virág alakú, sugarasan veszi körbe a Napot, vagy csak kétoldalt terül ki szélesen. Ez utóbbi esetben a belső korona alakja kiterjesztett szárnyú madárra emlékeztet.

A virág alakú korona naptevékenységi maximumot, a madár alakú naptevékenységi minimumot jelez. A naptevékenység eme két szélső értéke a földi időjárásban jelentős eltérést eredményez. Ingadozása döntő mértékben befolyásolta a hagyományos agrártársadalmak sorsát. Belátható, hogy a naptevékenység megfigyelése, és a jelenséggel kapcsolatba hozható nedves és száraz időszakok előrejelzése, a napisten hangulatának kifürkészése mérhetetlenül fontos lehetett a számukra.

Magyarországon ritka a napfogyatkozás, nálunk e jelenség nem válhatott prognózisok eszközévé. Ám eleink

és a szomszédos műveltségek között kimutatott kapcsolat alapján állíthatjuk, hogy mind a szibériai madársugaras nap, mind az iráni szárnyas napkorong ismert lehetett a sztyeppei őshazájukban élő magyarok előtt. Ezzel nem azt akarom mondani, hogy ezek a középkorban még használt és értett képjelek lettek volna, és mint ilyenek szolgáltak volna alapul Szent László látomásához. Csúpan jelzem, hogy a szóban forgó fényszimbolika más műveltségekben keletkezett formáit eleink is ismerhették, és a forma a jelentés ismerete nélkül is fennmaradhatott a népművészetben. Valkay Erzsébet a kalotaszegi varrottasok jelkészletéről írott tanulmányában bemutat egy „szárnyas napkorongot”, mégpedig a maga nemében egyedülállót: naptestű méhecske formázza.

A szarvasagancsok között lebegő Nap mindenesetre analóg kép a szárnyas napkorongéval. Az előlnézeti agancskorona és egy kiterjesztett szárnyak tollas szerkezetét összevetve a kettő hasonlósága nyilvánvaló.

Mindebből arra következtetnek, hogy a megfigyelt koronaformákat tudatos megkülönböztetésül használhatták, az egymásnak megfelelő kompozíciójú sugaras és szárnyas formákat bizonyosan, s mindkét forma ihletője a teljes napfogyatkozások idején végzett megfigyelés lehetett. Ebben az összefüggésben a sugarak nem egyszerűen a Nap konvencionális díszei, hanem a napnyár jelei voltak,



6. ábra Szárnyas napkorong zoroasztrikus kultúrkörben

és a szárnyak sem csak a röplő Nap képzeletbeli mozgásszerveit jelezték, hanem a nap nagyon is valóságos „más állapotát”, a naptetet.

Tudjuk, hogy a naptevékenység ciklusa kerekén 22 év. Ez a szám – a hetes szám mellett – a hagyományos műveltségekben a Nap szent száma volt. Példák tucatját idézhetném mind a kettőre nézvést. A 22/7 törtszámot az ókori egyiptomiak a körszámításban használták. A tizedes tört fogalma ismeretlen volt előttük, de a 22/7 meglehetősen pontossággal felel meg a π , azaz a Ludolf-féle szám értékének.

Irodalom

- Jankovics, M., 1996: *A Nap könyve*. Csokonai Kiadó, Debrecen 1996.
- Jankovics, M., 2007: *Nem agancsok voltak azok, hanem szárnyak*. In: *Folklór és vizuális kultúra*. Szerk.: Szemerkényi Ágnes. Akadémia Kiadó, Budapest
- Kákossy, L., 1978: *Egyiptomi és antik csillaghit*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Valkay, E., 1976: *Őrszem, létrás életfa, szárnyas napkorong*. In: *Művészet* 10

„A múltat tiszteld és a jelent vele kösd a jövőhöz.”
(Vörösmarty Mihály)

DR. ANTAL EMÁNUEL 80 ÉVES

DR. EMÁNUEL ANTAL IS 80 YEARS OLD

A LÉGKÖR tisztelettel köszönti a 80. életévét betöltött, aranydiplomás Antal Emánuel professzort, az OMSZ nyugállományú elnökhelyettesét. Életútja indulását, szakmai pályafutását és nyugdíjas tevékenységét foglaljuk össze írásunkban.

The LEGKOR congratulates Professor Antal Emánuel with Golden Diploma retired deputy President of OMSZ on his 80th birthday. The paper summarizes the departure of his path of life, his vocational career and a pensioner's activity.

A gyökerek a Jászságból erednek, tekintve, hogy Jász-árokszálláson született 1931. október 31-én. Ott végezte el az elemi, majd a négy osztályos polgári iskolát, amely után 1947-ben Gyöngyösre került a mezőgazdasági középiskolába.

Az iskolai kötelezettségeken túli tenni akarása hamar megmutatkozott, ugyanis már első osztályos korában részt vett a gyöngyösi ferences rend által működtetett cserkész mozgalomban, ahol hamarosan őrsparancsnok lett. A mezőgazdasági középiskolát közben átminősítették mezőgazdasági gimnáziummá, az iskola szigorú követelményrendszere és kiemelkedő oktatási nívója azonban nem változott.

Középiskolai éveire szeretettel és büszkeséggel emlékszik vissza mind a mai napig, aminek valódi oka, hogy abban az iskolában magasan kvalifikált tanári kar oktatott. Ennek is köszönhető, hogy kitüntetéses érettségi bizonyítványt szerzett, illetve, hogy osztálytársainak 60%-a egyetemen folytatta tovább tanulmányait. Ez abban az időben országosan is kiemelkedő arány volt.

Az életpálya választás abban az időben az érettségit követően döntő jelentőségű volt a leendő értelmiség számára, mivel aki akkor bekerült az egyetemi képzésbe, annak többsége élete végéig azon a pályán maradt, amiből diplomát szerzett. Érettségi után több dolog is érdekelte: meteorológia, erdőszet, színművészet.

A motiváció alapját egyrészt középiskolájának szakmai irányultsága, másrészt a természettudományok és a színművészet iránti vonzódás képezte. Ennek megfelelően három helyre jelentkezett továbbtanulási céllal, nevezetesen a Soproni Erdészeti Egyetemre, az ELTE meteorológus szakára, és a Színművészeti Főiskolára. Mindhárom helyre felvételt nyert.

Végül is a meteorológia mellett voksolt. Attól kezdve, hogy a döntést meghozta, szinte egyenes út vezetett ké-

sőbbi szakterületének, az agrometeorológia művelése, oktatása, szervezése, majd irányítása felé.

A szakot 1955-ben végezte el, az államvizsgát színjelesen abszolválta, így kitüntetéses diplomát kapott. Pályafutása az Országos Meteorológiai Intézetben (OMI), *Dési Frigyes* igazgató mellett tudományos titkárként kezdődött, majd beosztásai a ranglétrán növekvő sorrendben a következőképpen alakultak: tudományos gyakornok, tud. segédmunkatárs, tud. munkatárs, csoportvezető, osztály-

vezető helyettes, osztályvezető, főosztályvezető, h. igazgató, tudományos elnökhelyettes, mb. elnök; majd már nyugdíjasként miniszteri tanácsadó (1992–1994 OMSZ felügyelőként), miniszteri biztos és újból OMSZ mb. elnök (2005. január–augusztus). Látható, hogy a 1955 és 2005 között minden lehetséges lépcsőfokot végigjárt, kivéve egyet – igazgató nem volt.

Az Országos Meteorológiai Szolgálaton (OMSZ) belül szerteágazó kutató-fejlesztő munkát végezett, emellett tevékenységének jelentős részét (sokszor nagyobbik részét) a szervezői, irányítói, vezetői feladatok töltötték ki, amelyeket többnyire a gyakorlati igényekből fakadóan saját ötletei alapján, a Szolgálat vezetésének egyetértésével

kezdemenyezett. Ezek többsége rendszerint valamilyen aktuális gazdasági problémafelvetéshez kapcsolódott, ezért előteremthetők voltak a feladat végrehajtásához szükséges anyagi eszközök és a kidolgozott innovációs programok végrehajtásra kerülhettek.

Időrendi sorrendben az alábbi témakörökben kezdeményezett eredményesen záruló programokat:

- Balaton-kutatás keretében végzett és szervezett, ill. irányított terepklimatológiai, mikrometeorológiai, sugárzás-, hő- és vízháztartás méréseken alapuló kutatási programot (1958–1963).



Antal Emánuel 30 éves korában

- Kandidátusi témája keretében Szarvason kutatóállomást, majd obszervatóriumot létesített, ahol komplex hő- és vízháztartás mérésekkel a növényi vízigényeket határozta meg öntözésmeteorológiai kutatások tudományos megalapozásához (1963–1992). E vizsgálatok alapján írta meg kandidátusi disszertációját.
- Országos evapotranszspirométeres mérőhálózatot hozott létre a különböző növényállományok vízigényének, öntözővíz szükségletének és öntözési időpontjának modellezéséhez, előrejelzéséhez, ill. az öntözővíz normák tudományos megalapozásához (1965–1973) – Országos Vízügyi Hivatal megbízásából.
- Hidrometeorológiai kutatásokat indított a Fertő tavon, a tó irányított vízgazdálkodásának megalapozása céljából (1968–1980) – Győri VIZIG megbízásából.
- Agrometeorológiai ismereteit számos külföldi egyetemen és kutatóintézetben bővítette WMO ösztöndíjjal 1972–1973 (USA, ill. SzU).
- Részt vett a Meteorológiai Világszervezet „1977 Monszun expedíció” kutatási programjában (1977. április–szeptember) az Indiai-óceánon.
- Megtervezte, szervezte és irányította a Nyíregyházi Kutatás Fejlesztési (K+F) Konzerv Programot, egy „integrált számítógépes zöldségtermelés-irányító mintarendszer” kidolgozása és alkalmazása céljából (1976–1986). Ez a program valódi innovációs projekt volt, amit elnökhelyettesé történt kinevezését követően Kozmáné dr. Tóth Erzsébet irányított.
- A Magyar Tudományos Akadémia támogatásával közös kutatási programot szervezett az USA legnagyobb meteorológiai kutatóintézetével (NCAR, Boulder, Colorado), amelynek célja a szélsőséges meteorológiai események elemzése Magyarországon és az USA alföldi területein (1987–1991).
- Az OMSz közreműködésével agrometeorológiai posztgraduális képzést szervezett líbiai és szíriai meteorológusok részére (1980-as években).
- Széleskörű szakmai-közéleti szereplést vállalt a saját szakmai, ill. a kapcsolódó társtudományok területén.

A Balaton-kutatás keretében kidolgozta a terepklimatológiai részprogramot, amely korszerű sugárzás-, hő- és vízháztartási mérőprogramra alapult. Ez jelentette számára azt a szakmai kulcsot, amivel kinyithatta a helyszíni méréseken alapuló terepklimatológiai, mikro-meteorológiai, majd az agrometeorológiai témakörökben feltárandó és válaszra váró kérdéskörök világát.

Azt az elvet a mikro- és agrometeorológiában, hogy *mérni, feldolgozni, kutatni és írásban közreadni* kell,

mind a mai napig alapelvnek tekinti. Ennek alapján a növényeket helyszíni mérésekkel kell „faggatni” arról, hogy mekkora a sugárzás-, fény-, hő- és vízigényük különböző időjárási viszonyok és éghajlati körülmények között. Ilyen esetekben csakis fizikai és biológiai mérések, s az erre alapozott matematikai modellek igazíthatják el a kutatót a növényfajok agrometeorológiai igényeinek világában. Bár előzetesen is sejtette, az évek során azonban a gyakorlatban is bebizonyosodott, hogy a kutató- és kísérleti állomások szervezése, a rendszeres adatgyűjtés, feldolgozás és elemzés fáradságos és időigényes munka – a kutatásnak mégis ezt az útját választotta.

A Balaton-kutatás első évében (1958) óránkénti sugárzás- és hőháztartás méréseket indított a Tihanyi-félszigeten természet, nagy kiterjedésű levendula állományban. Azonos időben két partközeli mérőállomáson (Szabadság-pusztán és Balatonkilitiben), valamint a VITUKI Balaton-kutató hajójának igénybevételével, tó vízfelszíne fölött hőmérséklet-, nedvesség- és szélsőségségi gradiens méréseket is folytatott. Ezek az adatok lehetővé tették a turbulens diffúziós, ill. az energiaháztartás módszer alkalmazását a vízfelszín és a környező szárazföldi felszín párolgásának korszerű eljárással történő számítását. E vizsgálatok alapján dolgozta ki a Balaton párolgásának számítási modelljét, amit azóta is alkalmaznak a vízügyi szakemberek.

Az öt éven át tartó Balaton-kutatás során végzett párolgási vizsgálatok alapozták meg későbbi kutatásainak tárgyát, nevezetesen a növényállományok potenciális, optimális és tényleges evapotranszspirációjának, azaz vízigényüknek és vízfogyasztásuknak behatóbb elemzését. A párolgási témakör végig kísérte egész pályafutását.

A Balaton-kutatás egyik „hozádeka” volt számára az egyetemi doktori fokozat megszerzése (1960), valamint a *Balaton éghajlata* (szerk.: Béll B., Takács L., 1974.) c. könyv 2. és 3. fejezetének (147–273. old.), valamint közel 25 tudományos közlemény megírása. Ezek közül említésre méltó a levendula állomány mérési adataiból készült tanulmánya, amely az *Acta Agronomica*-ban jelent meg angolul (Is plant growth determined, by internal water balance and turgor in the cells or by external factors? *Acta Agronomica, Academiae Scientiarum Hungaricae*, 1972, Tomus 21, pp. 458–468). A cikk különlenyomatát 22 ország 32 intézetének kutatói kérték meg.

A következő nagy projekt a Fertő tavi kutatás megszervezése és irányítása volt, amit a Győri VIZIG finanszírozott. A mérési és kutatási program végrehajtásához Fer-



Főosztályvezető a 70-es évek közepén

törákoson kutatóállomást létesített a tó fölötti épülettel és egy igen részletes mérési-adatgyűjtési programmal. A település szélén pedig a VIZIG obszervatóriumot épített, ami mind a mai napig működik. A közvetlen meteorológiai, sugárzási- és hőháztartás méréseken túlmenően kihelyezésre került a tavon úszó párolásmérő, továbbá evapotranszpiro-méterek a nádállomány vízfogyasztásának (párolgatatásának) folyamatos nyomon követése céljából. Ez a kutatás több mint tíz éven át folyt. A programba a harmadik évtől bekapcsolódott az Osztrák Meteorológiai Intézet is. A több évi vizsgálatok főbb eredményeit az osztrákokkal közös kiadású *Das Klima des Neusiedler Sees* c. német nyelvű könyvben (szerzők: E. Antal, A. Dávid, H. Dobesch, E. Fürst, E. Kozma, F. Kozma. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – Orsz. Meteorológiai Szolgálat, 1991, pp. 112) adták közre. Kézzel fogható eredmény a Fertő tóra kidolgozott párolgásszámítási módszer, amelyet mért párolgási adatokkal teszteltek. A számítási modellt a VIZIG mind a mai napig használja a Fertő tó napi párolgásának meghatározására.

1962-ben kandidátusi pályázatot nyújtott be a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) Tudományos Minősítő Bizottságához „*Öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján*” címmel, amit el is fogadtak. A kandidátusi téma kidolgozásához szántóföldi agrometeorológiai kísérletekre és bonyolult mikrometeorológiai mérések sorozatára (több évre kiterjedően) volt szükség. A Szarvason végzett kísérleti mérésekből származó adatbázis tette számára lehetővé, hogy feltárja az egyes növényfajok vízigényét és vízfogyasztását különböző időjárási viszonyok között. A vizsgálatok végső célja olyan agrometeorológiai előrejelző modellek kidolgozása volt, amelyek lehetővé tették a potenciális evapotranszspirációnak, illetve a különböző növényállományok vízigényének (optimális evapotranszspirációjának), tényleges vízfogyasztásának (aktuális evapotranszspirációjának) naponkénti nyomon követését klímaadatok igénybevételével. Mindhárom párolgási típus meghatározására fizikailag megalapozott számítási módszert dolgozott ki.

A Szarvason létesített agrometeorológiai kutatóállomáson 1963-ban elindította a különböző növényfajok optimális evapotranszspirációjának mérését. Ettől kezdve már nem csak a csapadékelátottságot, hanem a növényzet vízigényét is napról-napra nyomon követhették.

A Szarvason folytatott agrometeorológiai kísérletek és kutatások eredményeként elkészítette (négy évnyi mérési anyagból) „*Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok*

alapján” c. kandidátusi értekezését, amit 1968-ban védett meg summa cum laude minősítéssel. Az értekezésben kidolgozott párolgásszámítási modelleket (PE, ET és optimális ET) számos hazai és külföldi intézményben használják napjainkban is, és több egyetem is beemelte tananyagába. A szarvasi vizsgálatok alapján számos publikáció és doktori disszertáció született az OMSZ Agrometeorológiai Főosztályán dolgozó kutatók tollából is (a főosztály létszáma az 1970-es években 54 fő volt).

Az Antal Emánuel által Szarvason bevezetett közvetlen párolgásmérési módszer (evapotranszspiráció) teljesen új kezdeményezés volt nem csak Magyarországon, hanem többé-kevésbé európai viszonylatban is. Folytatásként Antal Emánuel irányításával az OMSZ Agrometeorológiai Főosztálya az 1970-es években a szarvasihoz hasonló ET kutatóállomást létesített a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet Kecskemét-Katona-telepi kutatóállomásán csemegeszőlők ET-jének vizsgálatára, valamint a Kecskeméti Agrometeorológiai Obszervatóriumban a zöldség-növények vízigényének elemzésére, a Gyümölcs- és

Disznóveteménytermesztési Kutató Intézet Érd Elvira-majori kutatóállomásán pedig az almaültetvények vízfogyasztásának vizsgálatára. A Keszthelyi Agrártudományi Egyetem kísérleti telepén 1968-ban hozott létre komplex agrometeorológiai kutatóállomást. Itt az elsődleges cél a szántóföldi kultúrák tápanyagellátása (műtrágyázás) és a növényállományok ET-jének vizsgálata volt az időjárási elemek függvényében.

1965-ben az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) felkérésére és pénzügyi támogatásával a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen tíz mérőhelyből álló országos ET hálózatot szervezett. A kutatóállomások mindegyike klímaállomásból és

hat különböző növényfajokkal betelepített 4 m²-es kompenzációs evapotranszpiro-méterekből állt. A négy évi megbízásos kutatás legfőbb eredménye volt a tudományosan megalapozott *új országos öntözési norma*, amit miniszteri rendeletben adtak közre. E munka szervezéséért és irányításáért kapta meg Dégen Imrétől, az OVF akkori főigazgatójától a *Vizgazdálkodás Kiváló Dolgozója* c. kitüntetést (1971).

Pályafutása egyik legnagyobb kihívásának tekinti Antal Emánuel az ún. *Konzerv K+F Program*-ot. Mellőzve a részleteket, ez egy nagy volumenű kutatás-fejlesztési szerződés volt az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB), a Nyíregyházi Konzervgyár és az OMSZ között, ill. az OMSZ és tíz alvállalkozó kutatóintézet és tanszék között. A gyár vezetését gyakran megoldhatatlan helyzet elé állította az időjárás, ha számottevően eltért az átlagostól. Nevezetesen a meleg, száraz, kedvezőtlen



Miniszteri biztos, mb. elnök 2005-ben

nyár eleji időjárási helyzetekben (a zöldborsó érési időszakában) a gyár termeltetési körzetében gyakran megtörtént, hogy a zöldborsó szinte egyszerre érett be, függetlenül attól, hogy különböző tenyészidejű fajtákról volt szó. Ilyenkor a szerződő gazdaságok szinte egy időben kezdték az aratást és tömegével szállították be a feldolgozandó zöldborsót, amit a gyár kellő feldolgozási kapacitás hiányában nem tudott mind átvenni. Következésképpen a nagy fehérje tartalmú, kicsépelt, zsege zöldborsó a nyári forróságban 3–4 óra alatt erjedni kezdett a szállító konténerben és konzerválásra alkalmatlanná vált. A beszállított, de romlásnak indult termés át nem vett részét jobb esetben takarmányozásra használták fel, rosszabb esetben a szeméttelre került. Az összes veszteség sokszor a 10 millió Ft-ot is meghaladta. A gyár vezetése fölvetette, hogy a vetést kellene programozni. Itt kapcsolódhatott be az agrometeorológia úgy, hogy ne csak különböző tenyészidejű fajtákat vegyenek figyelembe, hanem az időjárást, a vetésidőt, a talaj és a klímakörzet érést befolyásoló hatását is. Egy jó agrometeorológiai vetésirányító modellel elérhető az érési idő széthúzása, ami által folyamatossá tehető a termés dolgozása.

lesznek az agrometeorológiai termés-modell input adatai. A naponkénti időjárási adatokkal történő modellfuttatás egyre pontosabb termésbecslést ad, ahogy közeledünk a zöldborsó betakarításának időpontjához.

A fent vázolt agrometeorológiai termelés-irányítási mintarendszer kidolgozása volt az ún. *Konzerv Program* alapvető célja. A mintarendszer alkalmazását követően nem volt beszállítási torlódás a gyár előtt. A termelők számára nem kellett megszabni, hogy mikor kezdjék a betakarítást. Mindenki akkor kezdett aratni, amikor a zöldborsó finométer foka (keménységének kívánatos mértéke) elérte a konzervipari elvárást. A jól működő rendszert több hazai konzervgyár is megvette és alkalmazta vonzáskörzetében. A mintarendszer alkalmazásának haszna akkor több tízmillió Ft-ban volt mérhető konzervgyáranként (az 1980-as évek pénzértékén számítva), amit megosztottak a termelő és termeltető partnerek között. Az agrometeorológiai termelésirányító modell zöldborsón kívül paradicsomra, paprikára, zöldbabra, uborkára, konzervipari zöldségfélékre, valamint szamócára is kifejlesztésre került. Antal Emánuel elnökhelyettesévé történt kinevezése idején az OMSZ, mint országos hatás-



Agrometeorológiai Obszervatórium Martonvásár, Agrometeorológiai Obszervatórium Kecskemét

Az OMFB, a Nyíregyházi Konzervgyár és az OMSZ 1976 őszén rögzítették a kutatás-fejlesztési szerződés tárgyát. E szerint a számítógépes termeltetés irányítási mintarendszernek olyannak kellett lennie, amely kötelező vetéstervet készít minden résztvevő termelő számára. A kidolgozandó modell figyelembe veszi a gazdaságok és a leendő borsóátlak számát, az elvetendő fajtákat, az átlagos éghajlati adatok alapján kiszámított érési időpontot, a várható termésmennyiséget, továbbá a betakarító, a szállító és a feldolgozó kapacitást. Mint látható, sokváltozós függvényről van szó. A vetés befejezése után minden egyes táblára elindítják a termés-előrejelző agrometeorológiai modell futtatását a sokévi átlagos klímaadatokkal a vetéstől a betakarítás várható időpontjáig. A kelést követő naptól kezdve azonban már az egyes termőhelyekre vonatkozó *ténylegesen bekövetkező időjárási adatok*

körü szerv, feladatkörét és szervezeti felépítését tekintve jelentős méretű intézmény volt. Feladatkörök alapján öt önálló intézménye működött abban az időben. A szakmai feladatok az egyes intézetek feladatkörébe voltak utalva. A felső vezetést ésszerű munkamegosztás jellemezte. Antal Emánuelhez tartozott a Központi Légekfizikai Intézet felügyelete, a Tudományos Tanács, a kutatási tervek, a pályázati feladatok összefogása és ellenőrzése, valamint az OMSZ Lakás Bizottságának elnöklése is.

Elnökhelyettesi beosztásával járó irányítói feladatait örömmel és készségesen végezte 1988-ig. Ettől kezdve sok fejfájást okozott neki az ország romló gazdasági helyzetéből eredő megszorítások sorozata, majd számos olyan működési terület leépítése, amelynek létrehozatala éppen az említett felső vezetői munkálkodásának idejére

esett, ill. eredménye volt. Fájdalmas volt a jégeső elhárító rendszer felszámolása, az agrometeorológiai kutatások leépítése, a pestszentlőrinci nagy számítóközpont megszüntetése, a kutatói létszám drasztikus leépítése, majd az operatív létszám csökkentése, köztük a hálózati megfigyelő rendszer zsugorítása. Utólag is nagy elismerésnek tekinti, hogy munkatársai vezetőként elfogadták és becsülték. Emberi hozzáállásával ezt igyekezett is mindig kiemelni. Számára a hivatalos elismerések sem maradtak el, amelyeket inkább időrendi, mintsem értékrendi sorrendben említünk.

A Balaton és a Fertő tavi kutatások, a szarvasi projekt, az OVF ET hálózat eredményezte az OMSZ *Kiváló Dolgozó* (1970), az OMSZ *Kiváló Munkáért* (1975), majd a *Munka Érdemrend Ezüst-*, illetve *Arany fokozatát* (1978, 1984) és a *Vízgazdálkodás Kiváló Dolgozója* (1968) kitüntetések. Agrometeorológiai kutatói életútjáért *Berényi Dénes Díjat* (1993), Konzerv K+F Program innovációs munkájáért *Állami Díjat* (ma *Széchenyi Díj*, 1988), az „Ármentesítés éghajlatmódosító hatása” c. tanulmányaért *Vitális Sándor Irodalmi Nívódíjat* (1999), iskolateremtő munkásságáért a környezetvédelmi minisztertől a *Schenzl Guidó Díjat* (1998), miniszteri biztosként végzett munkájáért és szakmai, oktatói életművéért a Magyar Köztársaság Elnökétől a *Magyar Köztársasági Érdemrend Tiszti keresztje* magas kitüntetést kapta.

Más szervezetekkel való eredményes együttműködése bizonyította a honvédelmi miniszter által adományozott *I. osztályú Honvédelemért Kitüntető Cím* (2005). Ez utóbbi elismerés azt a törekvését is méltányolta, amit 2005-ben miniszteri biztosként fejtett ki az OMSZ és a HM Meteo-

rológiai Szolgálat közötti együttműködés műszaki feladatainak újjászervezése érdekében.

Szakmai ismeretek terjesztésének igénye motiválta oktatói tevékenységét is, amire elsőként a *Gödöllői Agrár-*



Agrometeorológiai Obszervatórium Szarvas (1974),



Mérőkert a szarvasi obszervatóriumban, a 30 méteres profilmérő torony lábánál 20 m²-es párolgásmérő kád (1974),

tudományi Egyetemen nyílt lehetősége, ahol a Vízgazdálkodási Tanszéken kezdett tanítani az 1970-es évek elejétől. Kezdetben posztgraduális képzés keretében szakmérnöki diplomát szerzők számára oktatta az agro- és hidrometeorológiát, valamint a statisztikai klimatológiát. Az elmúlt évtizedben pedig nappali tagozatos hallgatóknak adott elő. Az egyetemen végzett munkássága elismeréseként 1980-ban címzetes egyetemi docens, 1985-ben pedig *címzetes egyetemi tanári* kinevezést kapott. A gödöllőin kívül más egyetemeken is bekapcsolódott az oktatási munkákba, főleg óraadói tevékenységgel, egyetemi doktori, ill. PhD konzulensként, továbbá államvizsga (záróvizsga) bizottságokban tagként vagy elnökként való aktív részvétellel. A tudományos közéletben is aktívan tevékenykedett. Ez kezdetben a *Magyar Meteorológiai Társaság* (MMT) rendezvényeire irányult (előadások), majd fokozatosan kiterjedt más egyesületek (*Hidrológiai Társaság, Földrajzi Társaság, Agrártudományi Egyesület* – ezeknek tagja is lett) rendezvényeire, kutatói munkája pedig elvezetett a Magyar Tudományos Akadémia

(MTA) berkeibe is. Előbb az *MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsága* (MTB) munkájában vett részt, majd évtizedeken át a *Hidrológiai Bizottság*, valamint a *Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Bizottság* tagjaként nyílt lehetősége tudományos közéleti szereplésre. Az MTB-n belül működő *Agrometeorológiai Albizottságnak* két cikluson át elnöke volt, az MMT-ben pedig társelnök és a

Választmány tagja. Két cikluson át választott doktor képviselője az *MTA Közgyűlésének*. Tudományos látókörét tovább bővíthette abban a több mint két évtizedes periódusban, amikor tagja volt az *MTA Tudományos Minősítő Bizottságán* belül működő *Földrajzi és Meteorológiai Szakbizottságnak*.



Agrometeorológiai Kutató Állomás Keszthely (1976), Nyíregyházi Agrometeorológiai Observatórium és Meteorológiai Főállomás (1981)



Közeleti szereplésének jelentős állomása volt többek között az *OTKA Élettelen Természettudományi Szakbizottságban* (*Földrajzi és Meteorológiai Szakbizottság*) betöltött tagsága két választási cikluson át (1993–1999), majd a szakbizottságok munkáját összefogó *OTKA Természettudományi Kollégiumában* (2000–2004) nyílt lehetősége bizottsági tagként rálátni az országos kutatási pályázatok témaköreire, támogatásuk rendszerére.

Nemzetközi tekintést tett lehetővé közel 25 éven át (1968–1992) a *Meteorológiai Világszervezet* (WMO) *Hidrológiai Bizottságában* (WMO CHy) betöltött tagsága. Ezzel egyidejűleg a WMO Regional Association VI keretében működő hidrológiai bizottságban több ízben szakértőként tevékenykedett. A Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium minisztere megbízásából a *II. Éghajlati Világkonferenciára* (1990) elkészítette a magyarországi tanulmánykötetet (beszámolót) *Role of the Climate and Climate Change in the Life of Hungary* címmel, amely-

ben a hidrológiai részt *dr. Starosolszky Ödön*, a Vízgazdálkodási Kutató Intézet akkori igazgatója írta.

Szerkesztői, lektori, opponensi tevékenységei közül kiemelendőnek tartja szerkesztőbizottsági tagságát az *IDŐJÁRÁS*-ban (1977-től napjainkig), valamint az

Agricultural and Forest Meteorology (Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam) c. nemzetközi agrometeorológiai tudományos folyóiratban (1976–1989).

1981 januárjától volt az OMSZ tudományos elnökhelyettese. Egy rövid idejű (1990–1991) megbízott elnöki beosztást követően újból elnökhelyettesként folytatta tevékenységét, s 1992-ben nyugdíjba vonult. Ezt követően 1992–1994 között a környezetvédelmi miniszter,

dr. Gyurkó János szaktanácsadója OMSZ ügyekben. Hasonló feladatot kapott 2005-ben, amikor az OMSZ felügyeletét ellátó környezetvédelmi és vízügyi miniszter, *dr. Persányi Miklós* felkérte miniszteri biztосként és megbízott elnökként az OMSZ-ban jelentkező szakmai és gazdasági gondok megoldására. Feladata volt a Szolgálat ésszerű szervezeti rendjének kidolgozása és vég-



Munkatérkép a konzerv hálózat állomásaival 1981-ben

rehajtásának előkészítése, a leendő elnök kinevezésének szakmai és ügyrendi előkészítése, ill. a meteorológiai törvény szakmai alapjának kidolgozása. Ezen feladatok ellátására 2005 januárja és augusztusa közötti időszakban

került sor. A feladat végrehajtásáért, valamint 50 éves szakmai életművéért a Magyar Köztársaság Elnöke a Magyar Köztársasági Érdemrend Tisztikeresztje kitüntetést adományozta 2005. augusztus 20-án.

A kutatás terén nyugdíjasként is feladatokat vállalt. Ezek közül legnagyobb odaadással a dr. Somogyi Sándor (MTA Földrajzkutató Intézet) témafelelős irányításával végzett OTKA feladatban vett részt. A téma címe: *A XIX. században végzett folyószabályozások és árvízmentesítések természeti, gazdasági és társadalmi következményei*. Ezen belül témája a folyószabályozások hazai éghajlati következményeinek feltárása volt. A témában több pub-

ezredfordulón; *Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián* c. sorozatban jelent meg 1999-ben *A víz légköri forgalmának hazai kérdőjelei a globális éghajlatváltozás tükrében* címmel. Nyugállományban közel 30 tanulmányt és könyvrészletet írt, ami jelzi, hogy kutatóként sem állt le. Pályafutása során 153 tanulmányt, könyvfejezetet, egyetemi jegyzetet és népszerűsítő cikket tett közzé.

Az előzőekben bepillantást nyerhetett az olvasó Antal professzor mozgalmas és szerteágazó életútjába. Számunkra is érdekes volt a 80 esztendő történéseire visszatekinteni. A felsorakoztatott események, tevékenységei



Születésnap köszöntés 2011, az ünnepi torta à la Mód Lajosné



likációja jelent meg. Ezek közül kiemelkedő *A Tisza szabályozásának éghajlat módosító szerepe* c. munka (*Vízügyi Közlemények*, LXXIX. évf., 1997, I. füzet, 26–47). Ez a cikk érdemelte ki a *Vitális Sándor Nívódíjat*.

Nyugdíjas éveiben jelentősnek tekinti még azt a nagyobb terjedelmű tanulmányt, amely a *Magyarország az*

körök bősége egyrészt a sok évtizednek, másrészt az állandó tenni akarásának volt köszönhető. Mérlegelve élete történéseit, az erőfeszítéseket, a kudarcokat, a sikereket és a szakmai elismeréseket, különösebb latolgatás nélkül jelentette ki, hogy ha újra kellene kezdenie életét, örömmel járná végig ugyanezt az utat.

FELHÍVÁS

Azzal a tiszteletteljes kéréssel fordulunk Önökhöz, hogy lehetőségeikhez mérten, támogassák CHOLNOKY JENŐ (1870-1950) földrajztudós szobrának létrehozását, amelyet szülővárosában, Veszprémben, a Cholnoky városrészben kívánunk felállítani. Tisztelegve ezzel városunk neves szülöttének életműve előtt. Cholnoky Jenő a magyar földrajztudomány legnagyobb tudósainak egyike, számos földrajzi felfedezés és folyamat leírása köthető nevéhez. A geográfiaián kívül maradandót alkotott a hidrológiában és a klimatológiában is. A Magyar Meteorológiai Társaság alapító tagja. Az MMT alakuló ülésén a Társaság alelnökévé választották, majd (Róna Zsigmond lemondása után) 1939 és 1943 között annak elnöke volt. Olyan kiváló tanítványai voltak, mint Réthly Antal vagy Száva-Kováts József. Az alábbi bankszámlaszámra érkező felajánlók nevét a szobor avatására elkészülő kiadványban is közzétesszük (természetesen a névtelen felajánlások esetén ezt mellőzzük).

Bankszámlaszám: Kinizsi Bank 73200127 – 11318019
(Cholnoky Jenő Iskolai Alapítvány elkülönített számlája a szoborállításhoz)

Kérdésére választ kap a Cholnoky Jenő Általános Iskolában telefonon 06-88-560-080 vagy villanypostán: cholnoky@gmail.com, illetve Rybár Olivértől villanypostán: rybar.oliver@gmail.com.

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

NEWS OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Németh Ákos

Magyar Meteorológiai Társaság, 1024 Budapest, Kitaibel P. u. 1., nemeth.a@met.hu

Rendezvényeink 2012. január 1. és március 31. között

Our programmes between 1 January and 31 March 2012

Január 12.

Az Éghajlati Szakosztály rendezvénye

Előadó: **Szépszó Gabriella**. Téma: A modern klímakutatás dilemmája: A sok valóban több?

Március 6.

A Nap- és Szélenergia Szakosztály rendezvénye

Előadó: **Nagy Zoltán** és **Pálfy Miklós**. Téma: Globálsugárzás adatok megbízhatóságának vizsgálata – „Dimming or brightening?”; valamint: A fotovillamos napenergiahasznosítás helyzetképe

Március 7.

A Repülésmeteorológiai Szakosztály rendezvénye.

Előadó: **Hadobács Katalin**. Téma: A repülésre veszélyes időjárási helyzetek rekonstrukciójának alkalmazási lehetőségei — Felületi jegesedés becslése és a hozzá tartozó szimulációs környezet kialakítása.

Március 8.

Az Éghajlati Szakosztály rendezvénye

Előadó: **Lakatos Mónika**, **Babolcsai György**, **Bálint Gábor** és **Szalai József**. Téma: A 2011. év klimatológiai szempontból – átlagok és szélsőségek – A 2011. év időjárási érdekességeiről – makroszinoptikus jellegzetességek, ve-

szélyes időjárási helyzetek - Vízfolyások és állóvizek vízjárása 2011-ben – A talajvízháztartás alakulása 2011-ben.

Az MMT Választmánya **2012. március 22-én** tartotta meg soron következő ülését. A Választmány megtárgyalta:

- az MMT XXXIV. Vándorgyűlése és a VII. Erdő és Klíma Konferencia pénzügyi tervét, majd határozatot hozott a rendezvény programjairól.
- a soron következő Közgyűlés helyszínét és időpontját. A Közgyűlést az MMT elnöke és főtítkára 2012. május 10-re, az OMSZ földszinti Dísztermébe hívja össze.
- az MMT díjak odaítélésére javaslatot tevő bizottságok ajánlásait. A díjak átadására a Közgyűlésen kerül sor.
- a legutóbbi Közgyűlés óta tagságra jelentkező személyek felvételét. A Választmány határozatával az MMT tagja lett: Csirmaz Kálmán, Kovács Attila, Hágen András, Németh Ádám Tamás, Sipos Krisztián, Kiss Krisztián és Horváth Barna.
- a Társaság 2013 tavaszán orvosemeteorológiai konferenciát szervez. A rendezvényt emlékeztünk az 50 évvel ezelőtt (1963 májusában) megrendezett I. Orvosemeteorológiai Konferenciára, illetve Örményi Imre orvosemeteorológus halálának 10. évfordulójára.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Folytatás a 23. oldalról

nyári nap amikor a maximumhőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 25 Celsius fokot. (Zsikla Á.: A 2011 évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról)

posztfrontális az időjárási front áthaladását követő jelenségek jelzője. (Zsikla Á.: A 2011 évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról)

potenciális evapotranspiráció, *evapotraszspiráció* a növényállománnyal borított talajfelszín párolgása korlátlan vízellátás esetén. A szabad vízfelszín párolgása potenciális. (Dr. Antal Emánuel 80 éves)

SSI <röv., ang.>, *Showalter Stability Index*, labilitási index. A szinoptikus gyakorlatban a heves zivatarok kialakulási valószínűségének meghatározására használt mérőszám. Értékét a

$$SI = T_{500} - T_{p500}$$

formula határozza meg, ahol T illetve Tp az 500 hPa-os nyomási szinten mért illetve a száraz adiabatikusan a 850 hPa nyomási szintről a kondenzációs szintjére majd onnan nedves adiabatikusan az 500 hPa-os szintre felemelt légrétegszecske hőmérséklete. (Zsikla Á.: A 2011 évi balatoni és velencei-tavi viharjelzési szezonról)

tényleges evapotranspiráció, *evapotraszspiráció* a növényállománnyal borított talaj párolgása valós körülmények között. (Dr. Antal Emánuel 80 éves)

2011/2012 TELÉNEK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF WINTER 2011/2012

Móring Andrea

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., moring.a@met.hu

December. Az átlagosnál melegebbnek bizonyult a hónap, országszerte javarészt 2 °C fölött volt a középhőmérséklet. 7 nap kivételével az országos átlagban vett napi középhőmérséklet magasabb volt, mint a sokéves átlag. A legmelegebb nap az 5-e volt, több mint 8,5 °C-kal, +8 °C-kal meghaladva a sokévi átlagot. Ugyanezen a napon markáns hidegfront érkezett, mely hatására mintegy 6 °C-ot esett a hőmérséklet másnapra.

A küszöbnapok száma is a szokásosnál enyhébb decemberre utal. Fagyos napból 18-at számoltunk, 3-mal kevesebbet a sokévi átlagnál, zord napunk nem volt, pedig ilyenkor általában már 2 elő szokott fordulni, és téli napból is kevesebb volt, összesen 3 az átlagos 7 helyett.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

17,5 °C, Máza (Baranya megye) december 4.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-15,6 °C, Baja Csávoly (Bács-Kiskun) december 21.

A 2011. év legtöbb hónapjával ellentétben a december viszonylag bőséges csapadékot hozott, az értékek 10 és 130 mm között mozogtak. A legkisebb értékek (25 mm alattiak) az Észak-Dunántúlon jelentkeztek, ahol a határhoz közeledve a szokásos csapadékmennyiség fele, sőt negyede sem hullott le. Arányaiban a legcsapadékosabb az északkeleti országrész volt (80 mm fölötti értékekkel) meghaladva a kétszeres csapadékhozamot is.

13 csapadékos napot, a szokásosnál 2-vel többet számoltunk. Az átlagnál enyhébb időjárás miatt az átlagos 5 helyett 3 napon volt jellemző havazás. 16-án Parád Óhuta állomásonkon 40 mm-es csapadékösszeget mértünk, mellyel megdőlt a napi csapadékrekord.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

114,6 mm, Kárász (Baranya megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

12,2 mm, Fertőrákos (Győr-Moson-Sopron megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

40,0 mm, Parád Óhuta (Heves megye), december.16

Január. Szinte hazánk egész területén enyhébbnek bizonyult a január a szokásosnál, a csekély kivételt csak a Bükk és a Mátra képviselte, de a hőmérsékleti anomália itt sem esett -1 °C alá. A hónap elején a napi középhőmérséklet országos átlaga a 4 °C-ot is meghaladta, melyet általában a tavasz beköszöntével, március elején figyelhetünk meg először az évben. A hónapban két lehülési időszakot tapasztaltunk. Első alkalommal január 13-án érkezett markáns hidegfront, mely átmenetileg véget vetett a tavaszi időjárásnak, majd a 23-án kezdődő lehülési hullámmal

rendkívül zord időjárás köszöntött ránk, mely egészen február közepéig kitartott.

A hideg küszöbnapokból minden esetben kevesebbet számoltunk a szokásosnál: 22 fagyos napot a 25 helyett, 2 zord napot a 4 helyett, és 4 téli napot a 11 helyett.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

14,0 °C, Sellye (Baranya megye), január 2.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-17,3 °C, Zabar (Nógrád megye), január 30.

2011 utolsó hónapjaihoz képest a január csapadékhözama már nem volt szélsőségesen kevés, viszont a sokéves januári átlagot tekintve, az ország nagy részén még mindig kevesebb volt a vártnál. Kivételt csupán az északnyugati országrész jelentett, ahol másfél-kétszeres értékek is megjelentek. Az ország keleti felében jellemző értékek általában meghaladták a sokéves átlagmennyiség felét, viszont a nyugati határszél felé közeledve már csak a szokásos hozamok negyede volt tapasztalható.

Országos átlagban a szokásosnál 2-vel több, összesen 12 csapadékos napunk volt. Ami pedig a csapadék alakját illeti, országos átlagban 6 havas napról számolhatunk be, emellett a 13-i hidegfront viszonylag ritkának számító, graupel záporral érkezett.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

75,2 mm, Diósjenő (Nógrád megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

3,6 mm, Felsőszölnök (Vas megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

23,6 mm, Jánossomorja (Győr-Moson-Sopron megye), január.19

Február. A sokéves átlagos középhőmérsékletnél országszerte mindenhol jóval hidegebb volt, a legkisebb eltérés is elérte a -3 °C-ot. A havi középhőmérséklet -1 és -9 °C között alakult hazánk területén, és nyugat-kelet irányú, csökkenő tendenciát mutatott. A január végén kezdődő lehülés a hónap közepén a sokéves átlagnál 11-12 °C-kal alacsonyabb napi országos középhőmérsékletet eredményezett. A legnagyobb különbség -13,3 °C volt, melyet a leghidegebb napon – amikor a középhőmérséklet mintegy -12 °C volt –, 10-én figyeltük meg.

A szokásosnál zordabb február mutatója, hogy országos átlagban a hónap 29 napjából mintegy 15 téli nap volt, ami 10-zel több a szokásosnál, 13 zord nap, ami 11-gyel több a szokásosnál, és 25 fagyos nap, ami 5 nappal van a sokéves átlag fölött.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

20,0 °C, Rábagyarmat (Vas megye), február 24.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-26,1 °C, Baja Csávoly (Bács-Kiskun megye), február 9.

Az ország nagyobb részében a sokéves átlagos csapadékmennyiség 75%-ánál nagyobb hozamokat mértünk. Árányaiban a legszárazabb az északkeleti országrész és a Dunántúl nyugati fele volt, itt az értékek a szokásos összeg felét sem érték el. Ezzel ellentétben a délebbi, csapadékosabb régiókban az általában tapasztalt csapadék másfélszerese is jelentkezett.

A csapadékos napok száma 9 volt, mely átlagosnak számít, és ezek közül mindegyik havas nap volt, ami viszont 3 nap többletet jelent a szokásos 6 havas naphoz képest.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

68,2 mm, Battonya (Békés megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

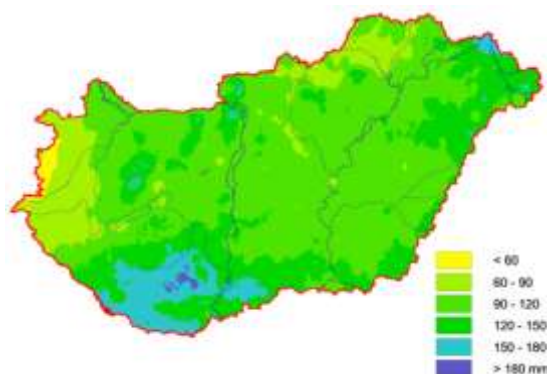
4,3 mm, Gibárt (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

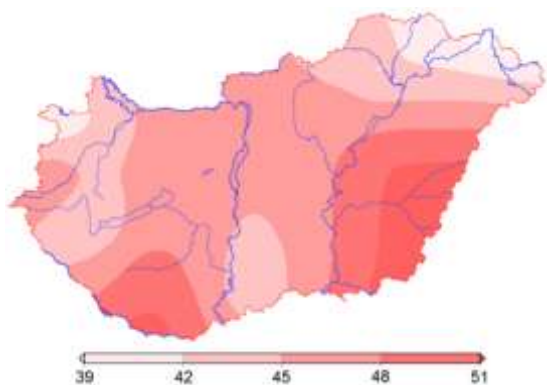
25,7 mm., Ártánd (Hajdú-Bihar megye), február 4.



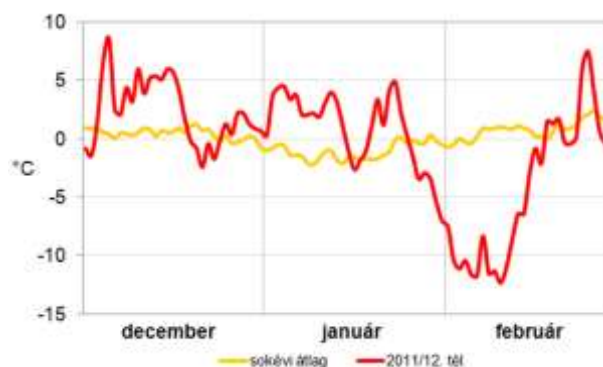
1. ábra: A tél középhőmérséklete



2. ábra: A tél csapadékösszege



3. ábra: A tél globálisugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra: A tél napi középhőmérsékletei és a sokéves átlag (°C)

2011/2012. tél időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél Viharos napok
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1mm < napok	
Szombathely	264	61	0,6	1,1	18	2012.02.24	-14,4	2012.02.03	61	71	13	13
Nagykanizsa	-	-	0,5	0,5	17,9	2012.02.24	-18,7	2012.02.09	114	89	14	7
Győr	234	-	0,6	-	13,9	2011.12.05	-21,7	2012.02.11	92	90	18	20
Siófok	275	74	0,9	0,7	14,1	2011.12.05	-16,2	2012.02.08	80	69	17	22
Pécs	259	41	0,5	0,3	15,1	2011.12.04	-18,9	2012.02.10	127	110	17	16
Budapest	302	115	0,6	0,6	14,3	2012.02.29	-17	2012.02.06	110	107	20	14
Miskolc	278	131	-1,1	0,5	14	2012.02.24	-17	2012.02.03	88	97	18	12
Kékestető	279	20	-4,4	-0,7	6,1	2011.12.03	-19	2012.02.03	134	83	22	34
Szolnok	244	47	-0,3	0,2	12,4	2011.12.04	-18,3	2012.02.08	77	79	22	-
Szeged	267	68	-0,4	-0,3	14,4	2011.12.04	-23,1	2012.02.10	104	112	21	12
Nyíregyháza	-	-	-1,1	0,2	12,6	2011.12.05	-17	2012.02.03	106	116	22	16
Debrecen	230	48	-0,9	0	11,4	2012.02.25	-17,7	2012.02.10	112	101	19	3
Békéscsaba	249	54	-0,9	-0,4	12,9	2011.12.12	-22,5	2012.02.10	97	84	23	6

A 2011. ÉV IDŐJÁRÁSA

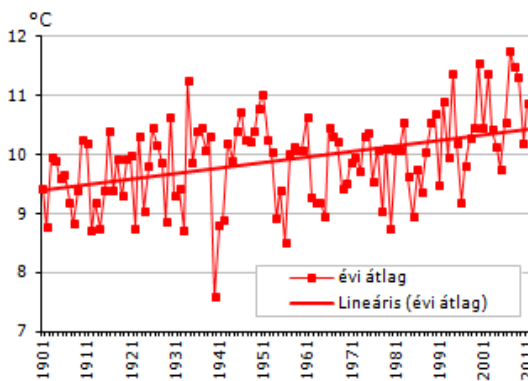
WEATHER OF 2011

Móring Andrea

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., moring.a@met.hu

Bevezetés. A 2010-es rekordcsapadékos év után a 2011-es év ismét rekordot döntött, ezúttal azonban nem a bőséges csapadékkal, hanem épp ellenkezőleg, szélsőségesen száraz időjárásával. Az ellentétes időjárási feltételek közötti átmenet határozta meg a mezőgazdaságot is. Az év elején hazánk még a belvízzel küzdött, melyet tovább súlyosbított a szokásosnál enyhébb január során megindult olvadás. Az egymást követő csapadékszegény hónapokban aztán megoldódtak a belvízproblémák, de a szinte állandó csapadékhiány végül súlyos aszályhoz vezetett.

A 2011-es év hőmérsékleti viszonyairól elsődleges képet ad az 1. ábra. Az éves középhőmérséklet a homogenizált, interpolált adatok alapján 10,9 °C volt, melynél csupán 9 év volt melegebb 1901 óta, ezek közül öt ebben az évezredben. Már önmagában ez is sejteti a fokozatos melegedést, és az adatokhoz illesztett lineáris trend ezt megerősíti, hiszen az

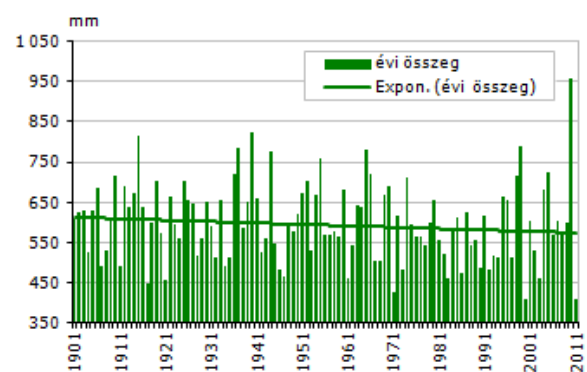


1. ábra: Az országos évi középhőmérsékletek 1901 és 2011 között (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

a május 315 órával – szokatlan másod-maximumot képezve ezzel (3. ábra). A júliusi sokéves átlagnál ezenkívül magasabb volt a június is, a szeptemberi napsütés pedig a júliusi átlaggal szinte azonos szintet ütött meg. Napsütés szempontjából tehát akár azt is mondhatjuk, hogy 2011-ben májustól szeptemberig tartott a nyár.

A napsütéses órák száma hazánk területén általában 1750 és 2050 óra között változik. 2011-ben (4. ábra) a legkisebb értékek is meghaladták a szokásos felső értékhatárt. Az évi maximum a 2500 órát is átlépte, összesen 2504 óra volt, melyet Békéscsabán mértünk. Az érték ezzel a mérések sorában a második helyre került, csupán a 2000-ben, Szarvason mért 2522 óra előzi meg.

Hőmérséklet. A homogenizált, interpolált adatok alapján a 2011-es év hónapjai javarészt az átlagnál melegebbek voltak, kivételt csupán a fagyos február és a télies november



2. ábra: Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2011 között (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

elmúlt 111 évben +1,01 °C emelkedést mutat. Ugyanez az elmúlt 30 évre vonatkozóan +1,19 °C-nak adódik.

A 2. ábra grafikonján a 2011-es év csapadékösszege szinte eltörpül a 2010-es év kimagasló összege mellett. Az ábrát tüzetesebben szemügyre véve, 2001-ben találkozunk hasonlóan alacsony mennyiséggel, mely még mindig több 1,4 mm-rel a 2011-es értéknél. Ezzel 2011 a mérések kezdete óta a legszárazabb esztendő lett. A 111 év adataihoz exponenciális trendet illesztve nagyon mérsékelt csökkenés jelentkezik, míg ha ugyanezt az elmúlt 30 évhez illesztjük 16%-os növekedés adódik.

Napfénytartam. A 2011-es év 1912 óta a napsütésben leggazdagabb év volt. Országos átlagban mintegy 2319 napsütéses órát élvezhettünk, ami a sokéves átlagnak 120%-a. Utoljára 2003-ban tapasztaltunk ilyen magas értéket, akkor 2282 órát regisztráltunk. A legtöbb napsütés általában júliusban jellemző, az elmúlt évben azonban a maximumot az augusztus képviselte 325 órájával, de nem sokkal maradt el mögötte

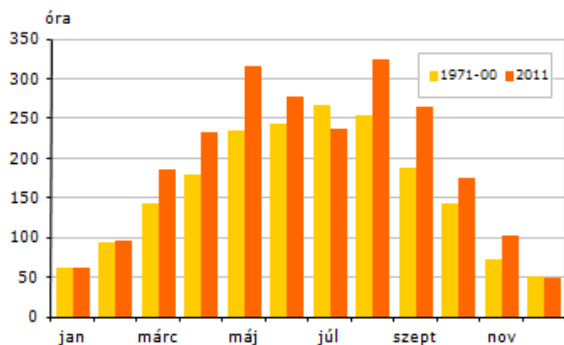
jelentett, előbbinél -1,5 °C-os, utóbbinál közel -2 °C-os anomália jelentkezett (5. ábra). Ezenkívül valamivel hűvösebb volt az október is. A legnagyobb pozitív különbséget (+3,5 °C) szeptemberben tapasztaltuk, melynek köszönhetően az elmúlt nyár csak lassan búcsúzott el. A homogenizált, interpolált adatok alapján a hónap ezzel 1901 óta a harmadik legmelegebb szeptember lett. Emellett további két hónapban, áprilisban és augusztusban érte el az anomália a +2 °C-os értéket.

Januárban a napi középhőmérséklet országos átlagban a hónap felében, 7-étől 21-éig a sokéves átlag fölött volt (6. ábra). A legmelegebb nap 14-e volt, amikor a hőmérséklet a 6 °C-ot is meghaladta országos átlagban. Egy nappal később megdőlt a napi maximum hőmérsékleti rekord Szombathelyen (13,6 °C).

A február intenzív, mintegy 8 °C-os felmelegedéssel kezdődött. Országos átlagban a 6-a volt a legenyhébb, amikor több mint 4 °C-os átlaghőmérséklet uralkodott hazánkban.

Ezt követően két hét ingadozás után, 19-én hasonlóan markáns lehülés kezdődött, mely során a középhőmérséklet -5°C közelébe süllyedt. A negatív anomália ezen a napon volt a legnagyobb, közel -7°C (6. ábra).

Március első hetében még télies volt az időjárás, majd a 8-án kezdődő felmelegedéssel lassan beköszöntött a tavasz. A hónap eleje és vége között mintegy 12°C -ot emelkedett a



3. ábra: A napsütéses órák havi összegei 2011-ben és 1971-2000 között

napi középhőmérséklet, mely emelkedést több ízben törték meg lehülési időszakok. A legintenzívebb felmelegedési periódusban (8-15.) egy hét alatt közel 14°C -kal nőtt a hőmérséklet, a legerősebb lehülés során pedig (17-19.) 3 nap alatt 8°C -kal csökkent (6. ábra).

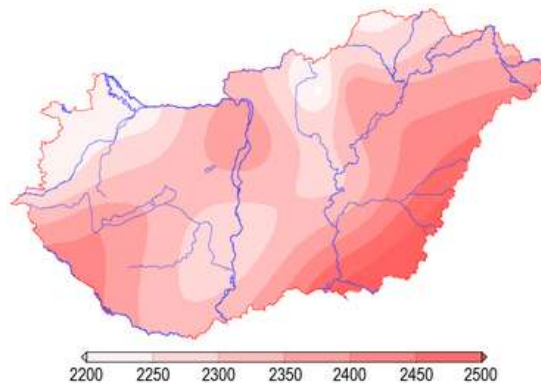
A szeszélyes márciust követően áprilisban már országos átlagban csupán a 13-17. közötti időszakban süllyedt a napi középhőmérséklet a sokéves átlagérték alá (7. ábra). A legmelegebb nap a 7-e volt, és ezen a napon mértük a hónap legmagasabb hőmérsékletét ($28,3^{\circ}\text{C}$) Sopronhorpácson.

Bár hazánk nagy részén a május is melegebb volt a szokásosnál, a hónap elején tapasztalt, szokásosnál hűvösebb periódusban (7. ábra) több napon, többfelé alakult ki talajmenti fagy, emellett 6-án megdőlt a napi jellemző abszolút minimum hőmérséklet rekordja is Zabar állomásunkon ($-4,2^{\circ}\text{C}$). A hónap második felében viszont az értékek javarészt már átlag felettiak voltak.

A szokásosnál melegebb hónapok sorát folytatta a június is. Az országos átlagban vett napi középhőmérséklet erősen ingadozott a sokéves átlag körül (7. ábra). A legintenzívebb lehülés 18-áról 19-ére következett be, amikor a hazánk fölött átvonuló hideg front hatására mintegy 8°C -kal esett vissza a hőmérséklet.

3 nappal később tapasztaltuk a hónap legmelegebb napját, ekkor a középhőmérséklet országos átlaga 24°C fölötti volt.

A júliust jelentős hőmérséklet ingadozás kísérte (8. ábra). A hónap elején az átlagosnál hűvösebb időjárás volt jellemző, majd július 2-ától 10-éig mintegy 14°C -ot emelkedett az országos átlagban vett napi középhőmérséklet. A kánikula idején három alkalommal is megdőlt a napi melegrekord, 9-én Pécsen ($37,9^{\circ}\text{C}$), 10-én Túrkevéen ($39,1^{\circ}\text{C}$) és 14-én Pakson ($37,9^{\circ}\text{C}$). Egészen 19-éig melegebb volt a szoká-



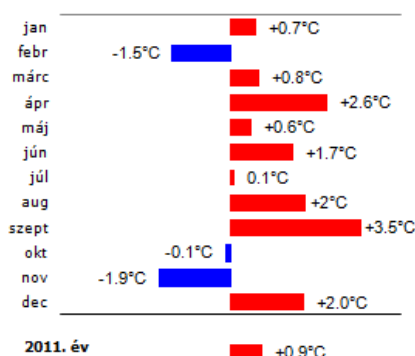
4. ábra: A napsütéses órák száma 2011-ben

sosnál, majd ezután egy intenzívebb lehülést követően a hőmérséklet az átlag alá süllyedt, és a hónap végéig alatta is maradt.

Az augusztus első felében országos átlagban a szokásosnál hidegebb, a második felében a szokásosnál melegebb napokat tapasztalhattunk (8. ábra). A leghűvösebb nap a 11-e volt, amikor az erre a napra jellemző minimumhőmérsékleti rekord alá, $5,1^{\circ}\text{C}$ -ra süllyedt a hőmérséklet Nagykanizsán. A kánikula időszakában kétszer is megdőlt a maximumhőmérséklet napi rekordja, 24-én Bugacon ($39,1^{\circ}\text{C}$) és 25-én Baja Csávoilyon ($39,2^{\circ}\text{C}$).

Szeptemberben, a napi középhőmérséklet országos átlagban szinte az egész hónap során a sokéves átlag fölött volt, a legnagyobb eltérés ($+4^{\circ}\text{C}$) az Alföldön jelentkezett. A hőmérséklet csupán 24-én csökkent az átlagig (8. ábra). Az anomália különösen az időszak elején volt nagy, de a hónap végére az eleinte nyári szeptember lassan végül ősziébe fordult. A napi melegrekord két napon is megdőlt, 5-én Túrkevéen ($34,8^{\circ}\text{C}$), majd 11-én Bugacon ($34,9^{\circ}\text{C}$).

Októberben két, a szokásosnál jóval hűvösebb időszakot tapasztalhattunk, 7-10. között, valamint 13-18. között (9. ábra). A 7-i hidegfront végleg véget vetett a vénaszonyok nyarának, a 13-án átvonuló hidegfront pedig az évszakhoz képest szokatlanul erős éjszakai fagyokat hozott. A 13-18. lehülés során négy alkalommal dőlt meg a napi



5. ábra: Az országos havi középhőmérsékletek eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól 2011-ben (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

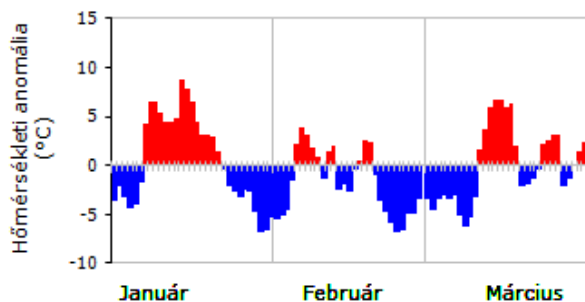
hidegrekord, 15-én és 16-án Zabaron ($-6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, illetve $-6,8^{\circ}\text{C}$), 17-én Vásárosnaményban ($-8,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) és 18-án Kükücsön ($-8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Novemberben az országos napi átlaghőmérséklet csupán néhány napon, 4-9. között volt a sokéves átlag fölött, illetve 28-án éppen elérte az átlagot (9. ábra). A leghidegebb nap a 24-e volt $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os középhőmérséklettel.

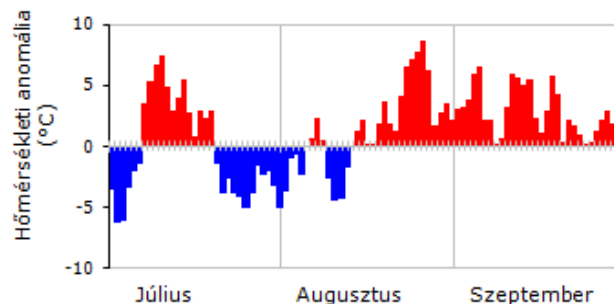
A szokásosnál enyhébb december váltotta a hideg novembert, 7 nap kivételével az országos átlagban vett napi

tunk, ami 23 nap többletet jelentett a szokásoshoz képest. Szeptemberben tapasztaltuk a legnagyobb különbséget, ekkor a szokásos 8 helyett mintegy 19 nyári nap fordult elő. Hőségnapunk ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) általában 20 szokott lenni, 2011-ben ehhez képest 32 volt. Végezetül forró napot ($T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$) 4 alkalommal kellett elviselnünk, ami 3-mal több a szokásosnál.

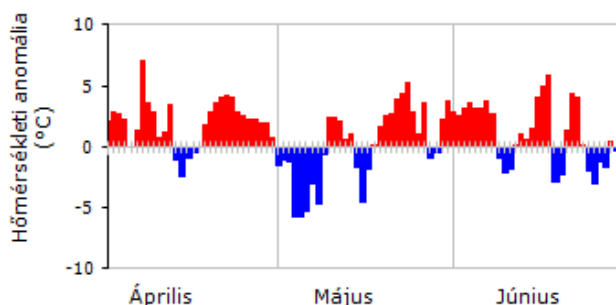
Csapadék. Szélsőségesen száraz évről tanúskodnak a 11. ábra értékei. Nem csak az év, hanem a július és decem-



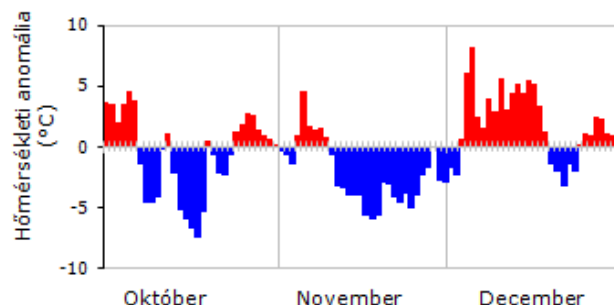
6. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2011. január, február, március



8. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2011. július, augusztus, szeptember



7. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2011. április, május, június



9. ábra: Napi országos középhőmérsékletek eltérése az (1971-2000) átlagtól - 2011. október, november, december

középhőmérséklet magasabb volt, mint a sokéves átlag (9. ábra). A legmelegebb nap az 5-e volt, több mint $8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal, és ekkor érte el a sokévi átlagtól való eltérés is a maximumát, ami meghaladta a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot. Ugyanezen a napon markáns hidegfront érkezett, mely hatására mintegy $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot esett a hőmérséklet másnapra.

Hazánk éves középhőmérséklete többnyire $6-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ között szokott alakulni, ehhez képest 2011-ben javarészt $7-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti értékek rajzolódtak ki térképünkön (10. ábra). A hőmérséklet eloszlása nem mutatott nagy eltérést a szokásostól: hidegebb, kékes színekkel jelentek meg hűvösebb időjárású hegységeink ($8\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt), míg az általában legmagasabb hőmérsékletű alföldi vidékeket itt is a legmelegebb tónus jelölte ($11\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölött).

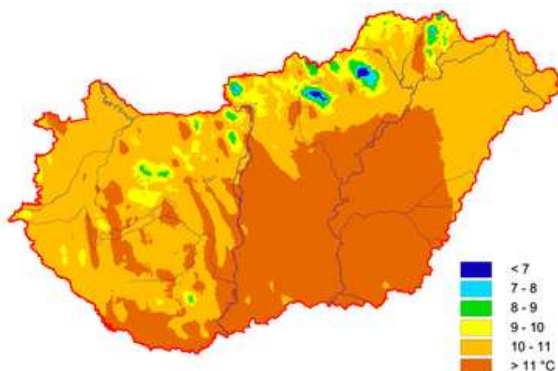
A hőmérsékleti küszöbnapokat illetően elmondható, hogy fagyos napokból ($T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$) 107-et számoltunk országos átlagban, ami 11-gyel több a szokásosnál. A legnagyobb eltérés februárban jelentkezett, ekkor 11 nappal több, összesen 21 fagyos napunk volt. Ezenkívül 3 zord napunk volt ($T_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) a szokásos 9 helyett és 26 téli napunk ($T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$), ami megegyezik a sokéves átlaggal. A meleg küszöbnapok között 98 nyári napot ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) számlál-

ber kivételével minden hónap csapadékdeficitet mutatott. A legszembeszökőbb a novemberi 1%-os érték, amikor is országos átlagban az egész havi csapadékösszeg csupán 0,4 mm volt. Ezzel a november az elmúlt 111 év legszárazabb novembere lett. Az eddigi novemberi szárazsági rekordot az 1924-es 9 mm-es csapadék tartotta. Ezzel együtt az ősz csapadékhozama a második legkisebb lett a mérések kezdete óta. A júliusi és decemberi viszonylag jelentős csapadéktöbblet csak némileg enyhítette a csapadékhiányt, a 2011-es évet 28%-os csapadékhiánnyal zártuk. A homogenizált, interpolált adatok alapján országos átlagban 407,4 mm csapadék hullott, mely a legalacsonyabb értéknek számít 1901 óta.

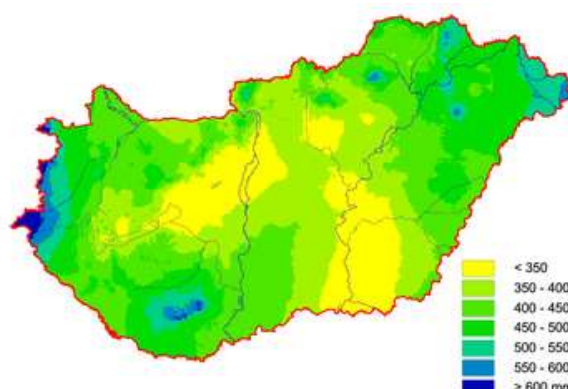
Az éves csapadékösszeg hazánk területén 500-800 mm között szokott alakulni, 2011-ben viszont többnyire 350-600 mm csapadék hullott (12. ábra). A legtöbb csapadék az Alpok aljára jutott, de kisebb foltokban a Mecsekben, illetve a Tiszántúlon is megjelentek nedvesebb időjárású területek. A legszárazabb az ország középső régiója volt, a legalacsonyabb éves csapadékhozamot, 251 mm-t Tordas állomásunkon mértünk. Ennél alacsonyabb éves összegeket 1901 óta csupán a 2000-es szárazság során, illetve 1961-ben jegyeztünk fel.

Az év első hónapjában szinte az egész ország területén kevesebb csapadék hullott a szokásosnál, a Dunántúlon az értékek a sokéves átlag felét sem érték el. Országos átlagban kiemelkedő csapadékösszeg csak 19-én volt jellemző.

hullott le, helyenként még a negyedét sem regisztráltuk. A bőséges csapadékú régiókban (pl. Borsod-Abaúj-Zemplén megye területe) viszont a csapadékösszeg az átlagérték kétszeresét is megközelítette.



12. ábra: A 2011. évi csapadékösszeg (177 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)



12. ábra: A 2011. évi csapadékösszeg (177 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

A február általában a legszárazabb hónap az évben, de a 2011-es február még a szokásosnál is szárazabbnak bizonyult. Somogy megye északi részében a sokéves átlag 10%-ánál is alacsonyabb csapadékösszeg volt jellemző. Csúpn egy napon, 24-én hullott említésre méltó mennyiségű csapadék, országos átlagban 4 mm.

Márciusban a legszárazabb terület a Dunántúl nyugat-délnyugati része volt, ahol a lehullott csapadék a sokéves átlag 50%-át sem érte el. A hónap során két csapadékosabb időszak jelentkezett, március 16-19. között és 26-27. között.

Az ország túlnyomó része szárazabb volt a szokásosnál áprilisban is. Arányaiban a legnagyobb különbség a Duna-Tisza között és az Alföld délkeleti részén volt jellemző, ahol a sokéves átlagmennyiség negyede sem hullott le. Kimagaslóan csapadékos nap nem volt a hónapban, az értékek csúpn három alkalommal, 4-én, 12-én és 25-én haladták meg a 3 mm-t országos átlagban.

Az ország nagy része májusban is szárazabb volt a szokásosnál, a Dunántúlon a szokásos érték negyedénél kisebb mennyiség is előfordult. Országos átlagban kiemelkedően sok csapadék május 15-én hullott (kb. 11 mm), de az átlagnál csapadékosabb volt az 1-je, a 7-e és a 8-a is. Utóbbi két napon Kékestető állomásunkról hózáporról kaptunk jelentést.

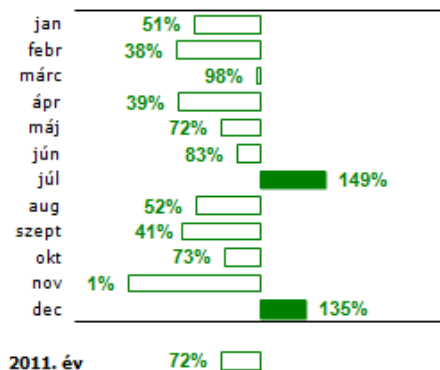
Júniusban a legszárazabb a Balaton környéke, illetve a délkeleti országrész volt. A csapadékban szegény vidéken nagy területen a szokásos havi mennyiség fele sem

Júliusban míg a Dunántúlon a 100 mm fölötti csapadékösszegek 2-3-szoros mennyiséget képviseltek, a Tiszántúlon a helyenként 180 mm-t is meghaladó csapadékhozamok a szokásos érték 4-szeresét is megközelítették. 19-én, 20-án, 28-án és 29-én az országos átlagban vett csapadékösszeg a 10 mm-t is meghaladta. Mind a négy napon kaptunk jelentést 40 mm-t megközelítő vagy azt meghaladó csapadékösszegekről.

A csapadék területi eloszlása meglehetősen szélsőséges volt augusztusban. A Duna-Tisza között a csapadékösszegek a szokásos mennyiség 25%-át sem érték el, míg az északnyugati országrészben, másfélszeres, kétszeres mennyiségek is megjelentek. Országos átlagban jelentősebb mennyiségű csapadék 4-én hullott. Ekkor a nagy mennyiségű csapadék a Dunántúl nyugati felét érintette, Villány állomásunkon, ahol 114,4 mm-t mértünk, a napi csapadékösszeg rekordja is megdőlt.

Szeptemberben a legszárazabb vidék az északi országrész volt, itt a sokéves havi csapadékhozamnak kevesebb mint 5%-a hullott le. Több nógrádi és heves megyei állomásunkon egyáltalán nem regisztráltunk csapadékot a hónapban, az ország területén regisztrált összegek pedig jellemzően nem érték el a szokásos mennyiség felét sem. Említésre méltó csapadék csúpn három napon hullott, 1-jén, 5-én és 19-én.

Októberben az ország nagyobb részén csapadékhiány jelentkezett. Kimagasló mennyiségű (8 mm körüli) csapadék 7-én és 20-án volt jellemző, mindkét esetben átvonuló fron-



11. ábra: Havi csapadékösszegek 2011-ben az 1971-2000-es normál százalékában (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

tokhoz kapcsolódóan. A hónapban esett le az első hó. Október 15-én kaptunk jelentést először havazásról kékestetői állomásunkról.

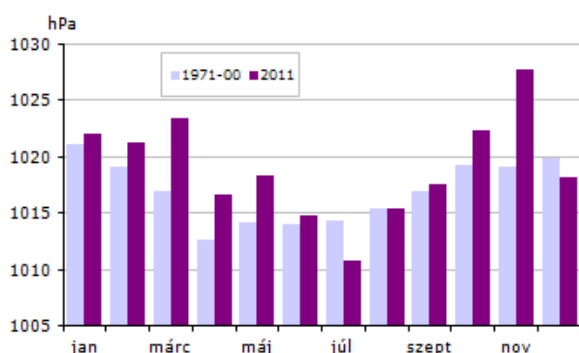
Mint a fentiekben olvasható volt, a november csapadék-összege országos átlagban a legalacsonyabb volt 1901 óta. A legtöbb állomás csapadéka az 1 mm-t sem érte el. A szárazságban szinte oázisként jelent meg Újfehértó állomásunk a maximumnak számító, 4,4 mm-es havi összegével, emellett hasonlóan szerény, de országos viszonylatban mégis kimagasló, 4 mm körüli csapadéknak örvendhetek Baranya megye keleti részében is. Csupán 7-én jelentkezett értékelhető mennyiségű csapadék, ami országos átlagban 0,1 mm volt.

Az év legtöbb hónapjával ellentétben a december viszonylag bőséges csapadékot hozott. Arányaiban a legcsapadéko-

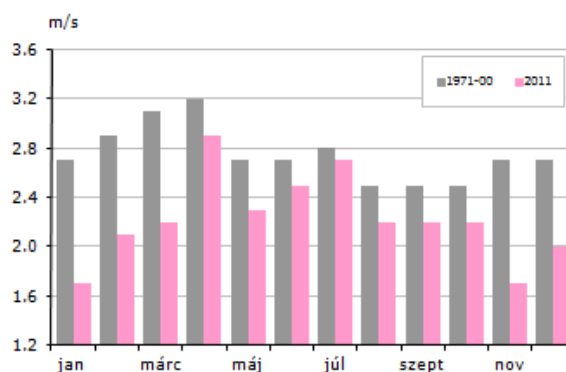
($r \geq 0,1$ mm), ami 22-vel kevesebb a szokásosnál. Kirívó volt a novemberben mélypontja, amikor országos átlagban egyetlen napról beszélhettünk csapadékos napként, holott általában 10 ilyen nap szokott előfordulni.

A mezőgazdaság szempontjából mérvadó, 5 mm-nél nagyobb csapadékösszeget 12-vel kevesebb alkalommal, összesen 27 napon tapasztaltunk. Ebből a küszöbnapból a július és december kivételével minden hónapban kevesebb fordult elő.

Légnyomás. A havi átlagos légnyomás értékek alapján a nagyterségű nyomási képződmények gyakoriságára következtethetünk. A Pestszentlőrincen mért, novemberi magas nyomás (13. ábra) arra az anticiklonra utal, amelynek hatására megdőlt a novemberi szárazsági rekord, illetve amely több napon át tartó szmogriadós helyzetet eredményezett. A szokásoshoz képest szintén jóval nagyobb értékek jelent-



13. ábra: A tengerszinti légnyomás havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2011-ben



14. ábra: A szélsébség havi átlagai Budapest-Pestszentlőrincen 2011-ben

sabb az északkeleti országrész volt, helyenként megközelítve a szokásos csapadékhözam két és félszeresét is.

Ezzel szemben az Észak-Dunántúlon, a határhoz közeledve a sokéves átlagos csapadékmennyiség fele, sőt negyede sem hullott le. Meghatározó mennyiségű csapadék országos átlagban 8 napon hullott, a legnagyobb összeg - országos viszonylatban mintegy 16 mm - 16-án jelentkezett. Ezen a napon Parád Óhuta állomásunkon 40 mm-es összeget mérünk, mellyel megdőlt a napi csapadékrekord.

A csapadékos küszöbnapok is a szokásosnál szárazabb időjárásról tanúskodnak, minden határérték esetén kevesebb napot számláltunk az 1971-2000-es átlaghoz képest. Országos átlagban mindössze 93 napon regisztráltunk csapadékot

keztek márciusban is. A július alacsony nyomási értéke ezzel szemben intenzív ciklontevékenységre utal, mely a számottevő havi csapadékösszegben is tetten érhető volt.

Szél. Országos átlagban a szélsébség évi átlagai 2-4 m/s között változnak, ez alapján hazánk mérsékelt szel területnek minősül. Pestszentlőrinci állomásunkon 2011-ben a sokévi átlagos menethez hasonlóan az április bizonyult a legszelesebbnek az évben, másodikként a július emelkedett ki (14. ábra). Az 1971-2000-es normálhoz képest mindegyik hónap értéke alacsonyabb volt, az őszi és téli hónapok jóval alumaradtak az ilyenkor szokásoshoz képest. A legnagyobb különbségek és egyben a legalacsonyabb átlagos szélsébségek januárban, illetve novemberben jelentkeztek.

I. táblázat: Az Országos Meteorológiai Szolgálat mérései szerint a 2011-es év szélsőségei, a mérés helye és ideje

Elem	Érték	Mérés helye	Mérés ideje
A legmagasabb mért hőmérséklet	39,2 °C	Baja Csávoly	augusztus 25.
A legalacsonyabb mért hőmérséklet	-18,7 °C	Vásárosnamény, Zabar	január 29.
A legnagyobb évi csapadékösszeg	756 mm	Kercaszomor	
A legkisebb évi csapadékösszeg	251 mm	Tordas	
A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg	114 mm	Villány	augusztus 4.
A legvastagabb hótakaró	63 cm	Mátraszentimre	február 4.
A legnagyobb évi napfényösszeg	2504 óra	Békéscsaba	
A legkisebb évi napfényösszeg	2198 óra	Kékestető	

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga MiklósOrszágos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest, Pf. 38., varga.miklos@met.hu**FRÖHLICH IZIDOR**

Pest, 1853. jan. 23 – Budapest, 1931. jan. 24.



Fröhlich Izidor magyar elméleti fizikus, egyetemi tanár; Fröhlich Róbert (1844–1894) református lelkész, archeológus, akadémikus öccse, Eötvös Lóránd munkatársa.

1880-tól a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1891-től rendes, majd 1920-tól igazgatósági tagja volt.

1870-ben beiratkozott a Budapesti Tudományegyetemre, majd 1874-ben Berlinbe utazott ösztöndíjjal, ahol az egyetemen Hermann Ludwig von Helmholtz és Gustav Robert Kirchhoff német fizikusok mellett munkálkodott. 1875-ben szerzett doktori fokozatot. 1876-ban az elméleti fizika magántanára lett, majd 1878-tól a Budapesti Tudományegyetemen működött, mint rendkívüli tanár Eötvös Loránd utódaként. 1885-től nyilvános rendes tanárként kezdett el dolgozni.

Schenzl Guidó Admontba történt visszahívása miatt 1886. július 17-től 1887. július 5-ig az Országos Meteorológiai és Földdelejjességi Intézet megbízott igazgatója volt, Grüber Lajos kinevezéséig.

1911 és 1912 között az egyetem rektoraként is munkálkodott. Az elektrodinamika ágazatával, majd az elhajlított fény polárosságának kísérleti és elméleti vizsgálatával foglalkozott. 1928-ban vonult nyugalomba.

A Magyar Tudományos Akadémia nagyjutalmát is elnyerte (1903–1909) a *Vizsgálatok az elhajlított fény polárosságáról* címet viselő munkájáért. A Matematikai és Fizikai Lapokban számos dolgozata jelent meg, amelyekben tájékoztatta a kortárs fizikusokat az elméleti fizika legfrissebb kutatásainak eredményeiről.

