

L É G K Ö R

55. évfolyam

2010. 4. szám



TAR KÁROLY MTESZ DÍJAT KAPOTT

Tar Károly több mint 30 éve a Magyar Meteorológiai Társaság (MMT) tagja, jelenleg éppen a legaktívabb tagunknak minősíthetjük. Fiatal egyetemi kutatóként a lejtőkre jutó napsugárzás számításával foglalkozott, amely bizonyos mezőgazdasági kultúráknál (pl. szőlő) alapvetően befolyásolja a természetet, illetve a termés minőségét. Igazán ismertté országosan és nemzetközileg a szélenergiával kapcsolatos meteorológiai kutatásai tették. A meteorológiai hálózatban mért széladatakra és légkörfizikai ismeretekre támaszkodva a különböző magasságú szélgépekre jutó szélenergia számos jellemzőjét állítja elő saját kutatásai alapján nyert összefüggésekkel. A téma jelentőségét már mintegy 30 éve felismerte és következetesen műveli, igen komoly szervezőmunkával pedig eredményeinek felhasználását szorgalmazza. Ezért választotta a megalakuló Szélenergia Társaság első elnökének. Az MMT-ben számos feladat megoldását vállalta. A Nap-és Szélenergia Szakosztálynak 1980–2007 között titká-

ra, 2007 óta elnöke. Társaságunk Debreceni Csoportját vezette 1989–2007 között. Az ő odaadása működteti a Berényi Dénes Díj kuratóriumát. Legfontosabb társasági tevékenysége nagy rendezvények szervezése. Ilyen az „Erdő és Klíma” konferenciasorozat, valamint a meteorológus PhD-hallgatók országos konferenciája. Képviselte társaságunkat az első középiskolai környezettudományi rendezvényen. Választmányunknak évtizedek óta tagja, minden feladat megoldásában lehet számítani segítségére. Társaságunk ezt a teljesítményt két legmagasabb díjának adományozásával ismerte el. A Magyar Tudományos Akadémia meteorológiával, valamint megújuló energiákkal foglalkozó tudományos bizottságaiban képviseli a szélenergia vizsgálatának fontosságát. Ugyanezt teszi a Debreceni

Akadémiai Bizottságban is. Tar Károly Debrecen tudományos közéletének is ismert alakja. Nemrégben, hatvanadik születésnapja alkalmából számosan köszöntötték őt tisztelettel és szeretettel. Ez nemcsak az alkotó embernek szól, mivel barátságos és segítőkész emberként könnyen teremt kapcsolatot bárkivel. A Kossuth Lajos Tudományegyetemen 1971-ben szerzett diplomát. Munkásságát a Meteorológiai Tanszéken kezdte és végezi most is mint óraadó, teljes odaadással és nagy szakértelemmel. Matematikai tudását és a műszaki fejlődés iránti érzékét mutatja, hogy már a '70-es évek közepén nemcsak dolgozott számítógépen, hanem a számítógépes munka oktatását szorgalmazta földrajz szakosok képzésében, ezt mutatja a témában írt egyetemi jegyzete. Ebben az időszakban fordult figyelme a szélenergia vizsgálatára felé, ami az akkori hazai viszonyok között korainak tűnt, de az idő őt igazolta. Ma a szélenergia meteorológiai vizsgálatának területén kiemelkedő hazai és nemzetközi szakember-

nek számít. A Meteorológia Tanszék vezetőjeként dolgozott 1991 és 2009 között. Eddig 5 egyetemi jegyzetet írt, amelyek anyagát kellő következetességgel és szigorral oktatja. Másfél száznál több publikációja jelent meg, amelyek közé néhány kiváló népszerűsítő kiadvány is tartozik. Az egyetemek öszevonása után a Földtudományi Intézet igazgatójává választották egyhangú szavazással. Ezen nehéz és sok egyeztetést igénylő munka együtt jár több szélesebb körű egyetemi elfoglaltsággal is. 2010-ben oktatói pályafutását a Nyíregyházi Főiskolán folytatta. Mindezen feladatokat fáradhatatlanul megoldja úgy, hogy mellettük még a Meteorológiai Társaságban, a Szélenergia Társaságban és több akadémiai bizottságban is teljes értékű tevékenységet folytat.



Dr. Tar Károly, az MMT társelnöke, 2010. december 15-én vette át a MTESZ díjat a MTESZ elnökétől, dr. Veress Gábor egyetemi tanártól a szervezet Kossuth téri székházában, a Szövetségi Ülés keretében

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A LÉGGÖR célja a meteorológia tárgykörébe tartozó kutatási eredmények, szakmai beszámolók, időjárás események leírásának közzétevése. A lap elfogad publikálásra szakmai úti beszámolót, időjárás 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 villanypostacímét. 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.

LÉGKÖR

55. évfolyam
2010. 4. szám

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita olvasószerkesztő
Haszpra László
Holicska Szilvia
Hunkár Márta

Móring Andrea éghajlati összefoglaló
Szudár Béla
Tóth Katalin kislexikon
Tóth Róbert

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Bozó László
az OMSZ elnöke

Készült:
PALETTA PRESS Kft.
nyomdájában
800 példányban

Felelős vezető:
Száraz Anikó
Tördelőszerkesztő:
Kuczka Zsuzsanna

Évi előfizetési díja 1680 Ft
Megrendelhető
az OMSZ Pénzügyi Osztályán
Budapest Pf. 38 1525
E-mail: legkor@met.hu

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT
ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

CÍMLAPON

Téli nap a Marcell György Főobszervatóriumban, 2009. 01. 28.

Tar Károly MTESZ Díjat kapott	134
Puskás János: 2. Szőlő és klíma konferencia Kőszegen	136

TANULMÁNYOK

Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék- szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége	137
Wirth Endre: Öngerjesztő, de szabályozott melegedés (Arrhenius-tól a globális termosztátig)	147

KÖZLEMÉNYEK

Fövényi Attila: Könyvismertető – Behringer: A klíma kultúrtörténete	152
Anda Angéla: Az agrometeorológiai oktatás helyzete	154
Haszpra Tímea: Mit gondolnak a meteorológiai más természettudományokkal foglalkozók?	164
A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG FELHÍVÁSA PÁLYÁZATI FELHÍVÁS: „Dévényi Dezső numerikus prognosztikai emlékérem”	168 169

KRÓNIKA

Tóth Katalin: Kislexikon	169
Balogh Beáta: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	170
Móring Andrea: 2010 őszenek időjárása	172
Az 55. évfolyam (2010) szerzői	174
Varga Miklós: Történelmi arcképek, Buys Ballot	175

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Winter day in Marcell György Observatory, Budapest, 28. 01. 2009

Károly Tar honoured with MTESZ Award	134
János Puskás: 2. Wine and Climate Conference in Kőszeg	136

STUDIES

Katalin Ujváry: Precipitation-synoptical Approach and Predictability of Cyclones “Zsófia” and “Angéla”	137
Endre Wirth: Self-excitable but controlled Warming (From Arrhenius to Global Thermostat)	147

COMMUNICATIONS

Attila Fövényi: Book review: Behringer: Cultural History of Climate ..	152
Angéla Anda: The State of Education in Agrometeorology	154
Tímea Haszpra: “What do non-meteorologist natural scientists think about meteorology?”	164
ANNOUNCEMENT OF MMT – HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY	168
CALL for “Dezső Dévényi Numerical Prognosis Memorial Medal” ..	169

CHRONICLE

Katalin Tóth: Pocket Encyclopedia	169
Beáta Balogh: News of MMT – Hungarian Meteorological Society ..	170
Andrea Móring: Weather of Autumn 2010	172
Authors of Volume 55 (2010)	174
Miklós Varga: Historical portraits: Buys Ballot	175

2. SZŐLŐ ÉS KLÍMA KONFERENCIA, Kőszeg, 2010. április 17.

Puskás János

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Savaria Egyetemi Központ, 9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4, pjanos@gmail.com

2010 áprilisában – Szent György-nap közelében – immár második alkalommal gyűltek össze a szőlőtermesztéssel, az időjárás és az éghajlat kutatásával foglalkozó szakemberek Kőszegen, hogy szakmai konferencián emlékezzenek a hagyományra, mely 1740-től Kőszegen a „Szőlő jövősenek könyve” kapcsán minden évben szokásos esemény. A zsűfolt program következtében most 1 héttel a városi ünnepség előtt került sor a rendezvényre. A megnyitón Huber László – Kőszeg polgármestere – szölt a kőszegi bortermelés hagyományairól. Dunkel Zoltán – az MMT elnöke – kiemelte a konferencia fontosságát és annak szakmai üzenetét. A tudományos programot 35 kutató 13 előadása adta. A különböző meteorológiai elemek jelentős befolyással bírnak a szőlőtermesztésre. Ezek vizsgálatát több előadás is érintette: *Hlaszny–Ladányi–Pernesz–Bisztray*: A szőlő rügyfakadásának és virágzásának előrejelzése helvéciai megfigyelések alapján; *Tar*: Kordonművelésű szőlősorok besugárzásának matematikai modellje; *Varga–Májér–Németh–Győrffyné–Szőke–Báló–Várad*: Szélsőséges csapadékvizonyok káros hatásának mérséklése, szőlőültetvényekben alkalmazott talajművelési eljárásokkal több év átlagában; *Hajdu–Borbásné*: A szőlő fagykárosodása síkvidéki ültetvényeknél különböző évjáratokban; *Németh*: Időjárás- és borünnep. Az időjárás kedvezőtlen hatásainak következtében létrejövő károk enyhítésében nagy szerepe van ezeknek a tapasztalatoknak a szőlőtermesztők véleménye szerint. A konferencián felmerült, hogy még több időjárás elem hatásának vizsgálatát igénylik a gyakorló szakemberek. Az eredményes szőlőtermesztés alapvető feltétele, hogy a korszerű és környezetbarát növényvédelmi eljárásokat széles körben alkalmazzák. A tavalyi konferenciához hasonlóan ez a szekció ismét a gyakorlati növényvédelem szakembereinek nyújtott segítséget: *Varga–Mikulás*: A mikroklíma jelentősége 2009-es évben; *Barczikay–Puskás–Nowinszky*: Feromoncsapdával gyűjtött tarka szőlőmolyok egyedszáma a kapszulacsere előtt és után; *Puskás–Nowinszky*: Fénycsapdázott szőlőkártevő lepkék egyedszáma a holdfázisok függvényében. Az időjárás változékonyságára alapozott válaszlépés akkor lehet igazán hatékony, ha lehetőleg helyben történő észlelési adatok állnak a termelők rendelkezésére. Napjainkban már erre is van lehetőség, mely több kisebb szőlőterület tulajdonosának összefogásaként jöhet létre: *Szőke*: Növényvédelmi előrejelzés a helyi meteorológiai mérések alapján. A konferencián ezúttal is több előadás foglalkozott olyan kutatásokkal, melyek hosszú időszakot fogtak át. A feldolgozások akár több 100 éves adatsorokat is igényelhetnek. Ilyen hosszú adatbázisból következtetni lehet esetenként a klímaváltozásra is: *Mika–Lakatos–Dunkel*: Észak-magyarországi bor-



vidékeink éghajlati tendenciái. Örvedetes, hogy két anyagban is előkerült a Kőszeg városában őrzött „Szőlő jövősenek könyve”. A könyv értékes adatait használó kutatások bizonyítják az 1740 óta tartó feljegyzések fontosságát. Ezek jelentős szerepet játszanak a klíma-rekonstrukciós kutatásokban, a gabonatermesztéssel foglalkozó adatok mellett. Közép-Európában – magyar, osztrák, szlovák és cseh források alapján – már 500 éves adatsorok illeszthetők így össze: *Kiss–Wilson–Holawe–Bariska–Strömmner–Brázdl*:

A 500-year reconstruction of late-spring – summer temperatures for the region of Western Hungary and Eastern Austria, based on biophysical indicators. A kőszegi bejegyzések nemcsak a szőlőhajtások állapotát és képét rögzítik április 24-én, hanem utalások vannak a termés mennyiségére és a bor minőségére is. A jobb minőségű bor készítésére akkor nyílik lehetőség, ha a szőlő érésének időszakában az időjárás napos, illetve a nagy csapadékhullás nem jellemző. Ezeket az időjárás jellemzőket kiválóan rögzítik a Péczely-féle makroszintoptikus típusok. Ezért a kutatás az 1740 óta végzett feljegyzésekből csak az 1881–2009 közötti 129 év adatait érintette *Puskás–Németh–Károssy–Kiss–Zentai*: A bor minősége – komplex időjárás jellemzők és a „Szőlő jövősenek könyve” bejegyzései alapján. Napjainkban azt tapasztaljuk, a mezőgazdaságban folyamatosan változnak az igények, hogy milyen növények termesztésével foglalkozzanak a szakemberek. A változások Kőszeg környékén is láthatók, s ezek a nagyjából 220 év időszakában a szőlő termelési területére is hatással voltak: *Schläffer*: Kőszeg-hegyalja és környéke szőlő- és gyümölcssterileiteinek változása történelmi térképek alapján. Az 1. Szőlő és Klíma Konferencia tapasztalatai alapján sikerült a szervezők körét bővíteni (Szőlőtermelők és Borértékesítők Szövetkezete, Kőszeg és környéke – Vaskezes és környéke Hegyközség). A két szervezet elsődleges feladata az volt, hogy a szőlőtermesztésben foglalkoztatottakat „mozgósítsa”. A figyelemfelkeltő munkájuk eredményeként az idén több gazda vett részt az eseményen. A Kőszegen április végén zajló hagyományos események sorában a konferencia egyre növekvő érdeklődést vált ki. Ebben nagy segítséget jelent a Kőszegi Önkormányzat anyagi támogatása, aminek eredményeként idén is szép programfüzet jelent meg az előadások összefoglalójával. A 2. Szőlő és Klíma Konferencia előadásainak tanulmány formában való publikálása CD-n történik, ami a kutatások eredményeit terjeszti a kutatók és a gyakorló szőlőtermesztők körében. A szervezők reményei szerint a 2011-ben szervezendő következő eseményen tovább növekszik az időjárás és éghajlat kutatásával foglalkozó szakemberek létszáma a kőszegi konferencián.

3. SZŐLŐ ÉS KLÍMA KONFERENCIA

2011. április 16. szombat 10.00 – KŐSZEG, Európa Ház (Chernel utca)

A konferencia témái: „Szőlő Jövősenek Könyve”, a szőlőtermesztés éghajlati feltételei, a szőlőtermesztés időjárás kockázatai, a szőlő kártevői és az időjárás, a bor tárolása, érése és a pincklíma, a szőlőtermesztés a múltban itthon és külföldön, éghajlati rekonstrukció szőlő- és boradatokból. **Jelentkezés:** LEGKÉSŐBB 2011. március 11-ig a pjanos@gmail.com címen (az összefoglaló és a tanulmány egyidejű elküldésével). Az e-mail tárgya „SZŐLŐ ÉS KLÍMA KONFERENCIA” legyen!

Szállás foglalható: Nyugat-magyarországi Egyetem Savaria Egyetemi Központ Kollégiuma, 9700 Szombathely, Ady tér 3. Tel.: 94/313-591; E-mail: kollegium@sek.nyme.hu, Amphora Hotel, 9700 Szombathely, Dózsa György u. 9. Tel.: 94/512-712; www.amphorahotel.hu, Perintparti Panzió, 9700 Szombathely, Kunos Endre u. 3. Tel.: 94/339-265.

A „ZSÓFIA” ÉS AZ „ANGÉLA” CIKLONOK CSAPADÉK-SZINOPTIKAI KÖZELÍTÉSE ÉS ELŐREJELEZHETŐSÉGE¹

PRECIPITATION-SYNOPTICAL APPROACH AND PREDICTABILITY OF CYCLONES “ZSÓFIA” AND “ANGÉLA”²

UJVÁRY KATALIN

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest Pf. 38, homoki.k@met.hu

Összefoglalás. Hazánkban 1901 óta május 1. és június 30. között még ennyi csapadék nem hullott, mint 2010-ben. A két hónap rekordmértékű csapadékmennyiségében két intenzív ciklon – a „Zsófia és az „Angéla” – csapadéktevékenysége játszotta a főszerepet. A következőkben a két ciklon csapadékszínoptikai jellemzését adjuk. Kitérünk előrejelezhetőségükre, illetve bemutatjuk az ECMWF mennyiségi csapadék-előrejelzéseinek a kialakult árvizek szempontjából kritikus vízgyűjtőkre vonatkozó beválását is.

Abstract. Since 1901 as a big amount of precipitation as this year (2010) has never fallen between the period of 1 May and 30 June. In these 2 months record amount of precipitation was registered in which 2 intensive cyclones – “Zsófia” and “Angéla” – played the major role. In this paper the precipitation-synoptical characterisation and predictability of the mentioned cyclones will be shown. Furthermore, the reliability of the quantitative precipitation forecasts of ECMWF will be examined focused on the critical catchment area from the floods point of view.

2010 májusában és júniusában rekordmennyiségű csapadék hullott. A két hónap alatt országos átlagban a megfigyelések kezdete óta (1901) még ennyi csapadék nem fordult elő (1. ábra). A következőkben a két ciklon csapadékszínoptikai elemzését adjuk, valamint az előrejelezhetőségükkel is foglalkozunk.

1. A „Zsófia” ciklon elemzése

2010. május 15. és 18. között egy lassan mozgó mediterrán ciklon (*Konkolyné és mtsai.* 2010) alakította a Kárpát-medence időjárását. A május 15. 06 UTC – 18. 06 UTC-ig lehullott csapadék mennyisége jelentős volt (2. ábra), a Dunántúlon nagy területen a 100 mm-t is meghaladta. Májusban az átlagos országos csapadékösszeg 62 mm, így egyes területeken a havi csapadékhozam kétszerezését, háromszorosát is mérték. A háromnapos csapadékhozam rekordot hozott, májusban az eddigi legnagyobb háromnapos csapadékösszeg 154 mm volt, amelyet 1991-ben május 17–19. között Sopron Kuruc-dombon mértek. A társadalmi csapadékmérő ál-

lomások jelentései alapján (1. táblázat) látható, a háromnapos csapadékhozam a 200 mm-t is meghaladta. Bakonyszűcs Kőrishegyén 241,2 mm, Bakonybélien 223,8 mm hullott az említett három nap alatt, de az egynapos összeg is kiemelkedő volt, az említett két állomáson 157, illetve 146 mm (május 15-én). Bár az egynapos csapadékösszeg rekordja, amelyet Gyömrő tart 202,7 mm-rel (ez szintén mediterrán ciklonból hullott 1963. szeptember 8-án) nem dőlt meg, de ezek a mennyiségek is jelentős problémákat okoztak országwide. A rendkívüli

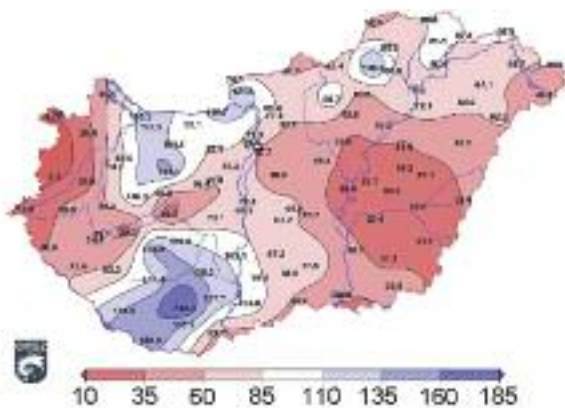


1. ábra. A májusi és júniusi csapadékösszeg országos átlagának alakulása 1901-től 2010-ig

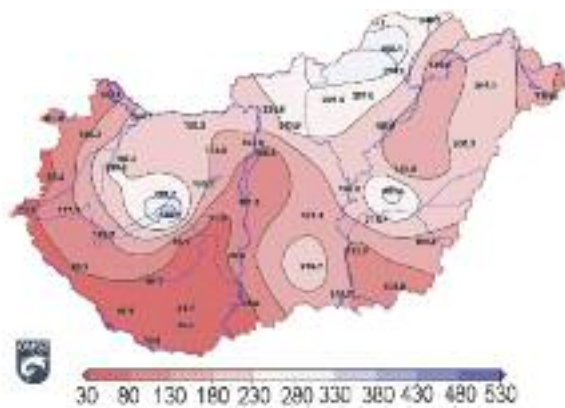
készültséget okozó árhullámok kialakulásához, jelentős elöntések, belvizek megjelenéséhez a május 15-ét megelőző időszak csapadékos volta is hozzájárult. A május 1–14. közötti csapadékviszonyok elemzéséből kitűnik (3. ábra), hogy már május első felében is az ország nagyobb részén – a nyugati és délnyugati területeket kivéve – az átlagot meghaladó csapadék hullott. Május 5-én, 6-án is egy délről északra mozgó ciklon határozta meg térségünk időjárását. Többfelé alakult ki zivatar, ame-

¹ Belső elnevezés, mivel ezen a névnapon váltak aktívvá hazánk felett. Nem azonos a NHC (National Hurricane Centre, Miami) által elnevezett (trópusi) ciklonnal.

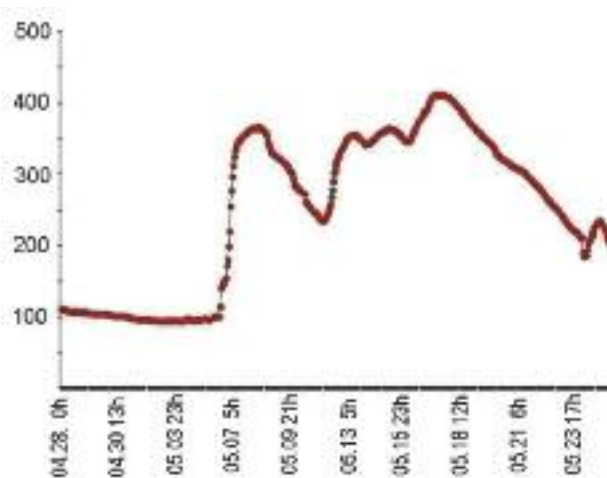
² Internal name. It differs from the Angela (tropical) cyclone was identified with the same name by NHC (National Hurricane Centre, Miami)



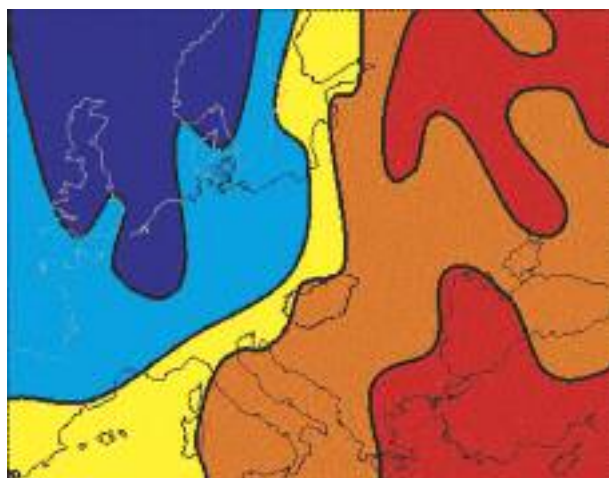
2. ábra. A 2010. május 15. 06 UTC és május 18. 06 UTC között lehullott csapadék összege



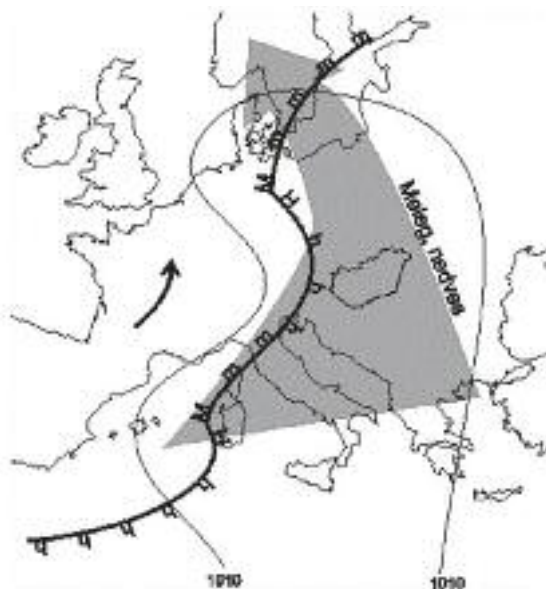
3. ábra. A 2010. május 1. 06 UTC és május 15. 06 UTC között lehullott csapadék a májusi sokévi átlag %-ban



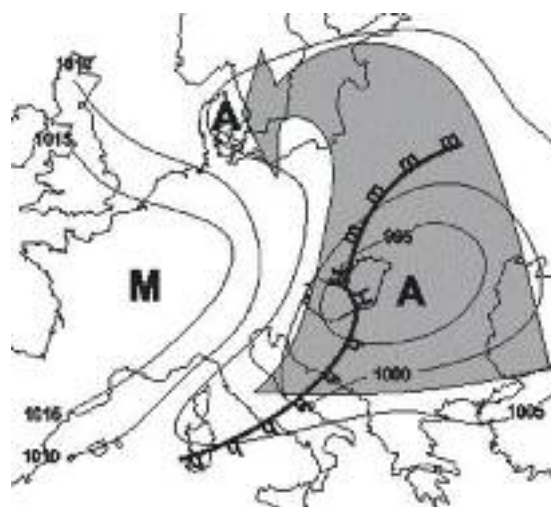
4. ábra. Az Ipoly vízállási idősora Ipolytarnócnál 2010. április 28. és május 27. között (Forrás: www.vizadat.hu)



5. ábra. A maximumhőmérséklet alakulása 2010. május 13-án (5 fokonként kihúzott izotermák: a sötétkék a 10, piros a 25 °C területi eloszlását mutatja)



6. ábra. A május 13. 00 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítózalaggal



7. ábra. A május 16. 00 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítózalaggal

lyet helyenként felhőszakadás kísért. Ennek hatására már egyes észak-magyarországi folyókon (pl. Ipoly) árhullám vonult le (4. ábra). A május 15-i ciklont megelőző 4–5 nap során is több alkalommal, több helyen alakult ki zápor, zivatar. Ezt a csapadéktevékenységet egy közel észak–dél irányban húzódó, helyzetét napokig alig változtató, éles hőmérsékleti különbséggel rendelkező frontrendszer okozta. Az 5. ábrán is látható hőmérsékleteloszlás jellemezte napokig Európát, ahol a front keleti oldalán a meleg levegő egészen a magas szélességekig feljutott, Nyugat-Európa nagy részén azonban szokatlanul hűvös volt.

Az időjárási helyzet sematikus képét a 6. ábra, az ábrán a nyíl pedig az 500 hPa-s szint jellemző áramlási irányát mutatja. Ebben az időjárási helyzetben május 12-én, 13-án is helyenként rövid idő alatt jelentős csapadék hullott, pl. 13-án a Bakony térségében 25–43 mm. Megállapítható, hogy május első felének csapadéktevékenysége hozzájárulhatott a talaj telítéshez közeli vagy telített állapotához, amely miatt a kritikus három nap csapadékát már a talaj, illetve a folyómedrek csak részben tudták befogadni.

A május 15–17. közötti időjárási helyzet egy intenzív mediterrán ciklonhoz köthető. A nagy csapadékokat okozó időjárási helyzetek tipizálása alapján (Bodolainé 1983) M, majd C típusba sorolható, amelyek bizonyítottan térségünk legcsapadékosabb időjárási helyzetei. M, azaz vonuló mediterrán ciklon jelentette a kiindulást, május 15-ét, a ciklon május 16-ára már a Kárpát-medence fölé helyeződött, C centrum helyzet, és ez a ciklon még napokig meghatározta hazánk időjárását.

A rendkívül gyorsan kialakuló mediterrán ciklon középpontja május 15-én 00 UTC-kor Olaszország déli része felett helyezkedett el, majd az intenzíven mélyülő ciklon centruma 12 órával később már az Adriai-tenger fölé került. A csapadékhullás a Dunántúlon már 15-én délelőtt megkezdődött. Május 16. 00 UTC-re a ciklon centruma Magyarország fölé helyeződött át, tovább mélyült, azonban az áthelyeződés lelassult. A szinoptikus helyzet sematikus képét a 7. ábra mutatja. A ciklon a Földközi-tenger medencéjéből nagyon nedves levegőt szállított északi irányba, a potenciális kihullható vízmennyiség értéke a ciklon centrális területén kevéssel meghaladta a 25 mm-t, amely a májusi átlagos érték feletti. A nagy nedvesség ellenére hazánkban a 15-én este felé keleten kialakuló egy-két zivartartól eltekintve nem volt zivatar, amely részben a konvektív szempontból nem túlságosan instabil rétegződésnek, részben pedig a mély ciklonban a talaj közelben uralkodó igen erős szélnek tudható be. A csapadék intenzitása ugyanakkor hosszabb időszakon keresztül „felhőszakadás” méretű volt. A 8. ábra szépen mu-

tatja május 16-án 00 UTC-kor a ciklon centrális területére koncentrálódó potenciális vízkészletet és az alacsony szintű áramlás sebesség- és iránykonvergenciáját, amely a csapadékfolyamatok erősödéséhez vezethetett.

A jelentős csapadékmennyiségek kialakulásához a Bakonyban, a Mecsekben, és az Északi-középhegység területén az orográfia csapadéknövelő szerepe is hozzájárult, nem véletlen pl. Bakonybél vagy Kőröshegy kiugró csapadéértéke. Hangsúlyozni kell azonban azt is, hogy az igen erőteljes ciklogenezis keltette szinoptikus léptékű folyamatok erőssége volt ebben az esetben a döntő, a meghatározó, ehhez az orográfia csak hozzájárult.

2. Az „Angéla” ciklon elemzése

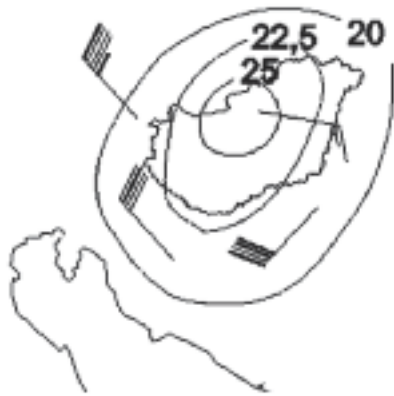
2010. május 31-én, közel két héttel a Zsófia ciklon után (Horváth és mtsai. 2010) egy újabb, jelentős csapadékokat okozó ciklon, „Angéla” érte hazánkat. A ciklon június 5-én hagyta el térségünket, lassú mozgása során főként a Dél-Dunántúlon és az északi területeken hullott a pár nap alatt 80–140 mm. A 2010. május 30. 06 – június 5. 06 UTC között lezuhant csapadékösszeg területi eloszlását az 9. ábra mutatja. A május közepén átvonult ciklon („Zsófia”) már sokfelé kritikus helyzetet teremtett, főként az északkeleti vízgyűjtőkön. „Angéla” (Horváth és mtsai. 2010) pusztítása az előzmények miatt lehetett jelentős, illetve a két ciklon között is gyakori volt a heves csapadék, a légkör ekkor sem „pihent”.

A május 18–29-ig tartó időszak során sekély ciklonális mezőben magas kihullható vízmennyiséggel rendelkező, labilis légállapotú levegő alakította időjárásunkat, amelyben kialakuló konvergens zónák mentén villámáradásokhoz vezető heves záporok, zivatarok fordultak elő.

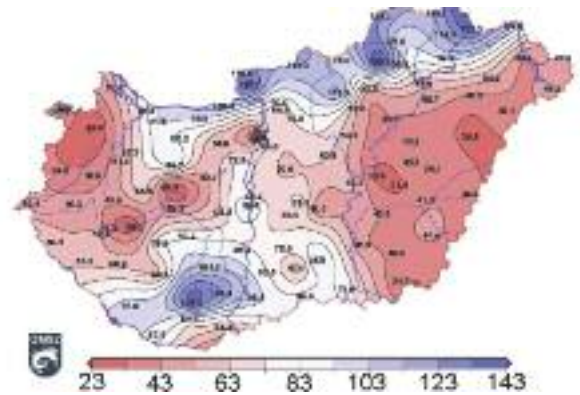
Május 19–25. között egy nyugat-európai anticiklon keleti peremén helyezkedett el a Kárpát-medence, többnyire nedves, labilis légállapotú levegő áramlott térségünk fölé. Esetenként heves zivatarok alakultak ki, lokálisan jelentős mennyiségű csapadékkal; így pl. május 21-én Siófokon rövid idő alatt 45 mm hullott.

Május 25-től átalakult a nyomási mező: a nyugat- és közép-európai térséget nyugatról benyúló sekély ciklonális mező jellemezte. Többfelé alakult ki zápor, zivatar; május 25-én a Bakony térségében esett 20–25 mm, május 27-én Kapuvárról jelentettek 37 mm-t, május 29-én pedig az Északi-középhegységben voltak heves zivatarok, a zabari automata 33 mm-t mért, de a településen társadalmi észlelő 50 mm közeli értéket észlelt.

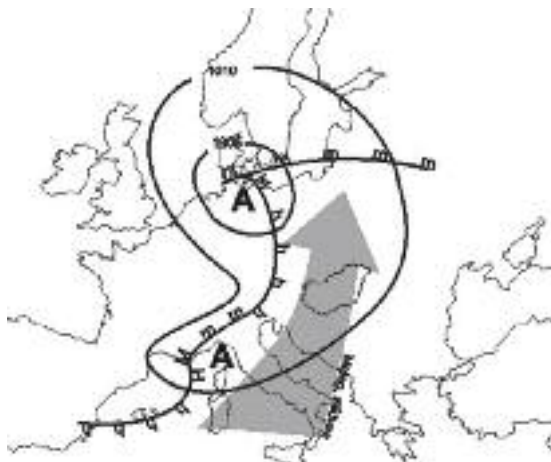
Ebben a ciklonális mezőben május 29-én a Britszigetektől északnyugatra már megjelent az a ciklon,



8. ábra. A potenciálisan kihullható vízmennyiség eloszlása a Kárpát-medencében 2010. május 16. 00 UTC-kor



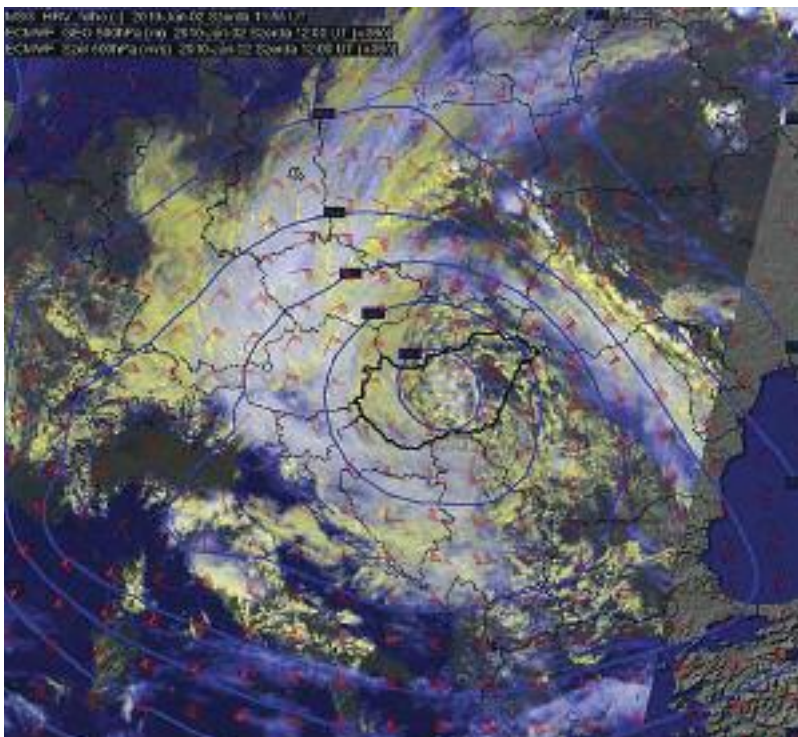
9. ábra. A 2010. május 30. 06 UTC és június 5. 06 UTC között lehullott csapadék összege



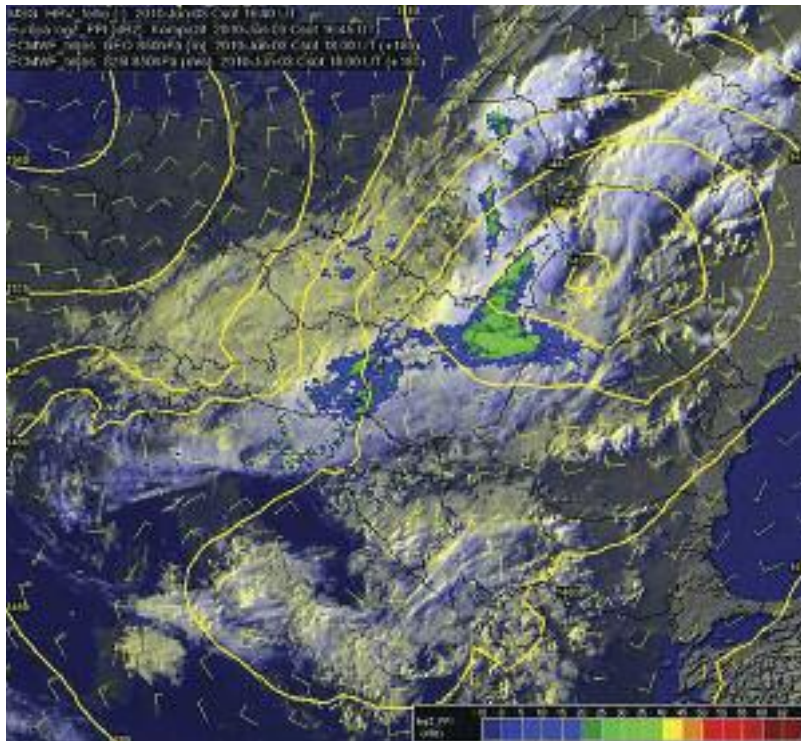
10. ábra. A 2010. május 30. 12 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítószalaggal



11. ábra. A 2010. június 1. 12 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítószalaggal



12. ábra. Az EUMETSAT kompozit műholdképe, az 500 hPa-s magassági mező (folytonos vonal) és szélmező 2010. június 2. 12 UTC-kor



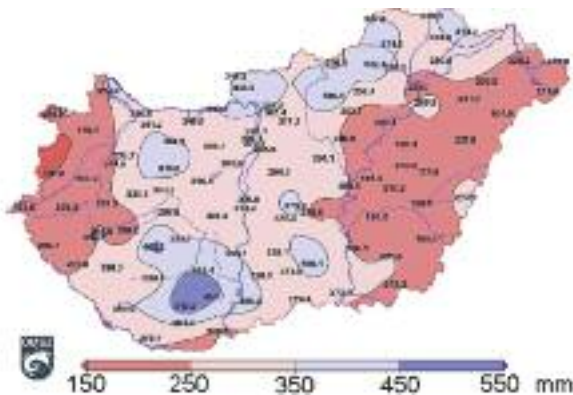
14. ábra. Műhold és radar kompozit kép a 850 hPa-s szint magasság- és szélviszonyaival 2010. június 3. 16.45, 18 UTC-kor



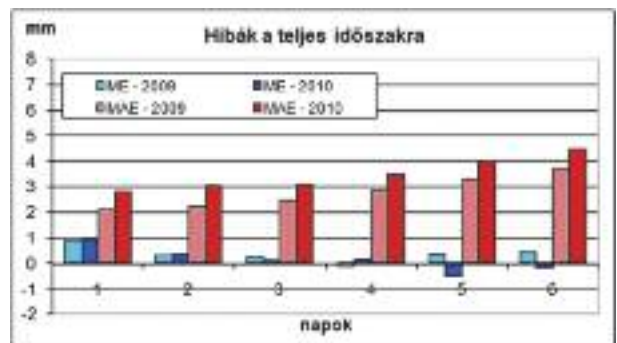
13. ábra. A potenciálisan kihullható vízmennyiség eloszlása a Kárpát-medencében 2010. június 2. 12 UTC-kor



15. ábra. A potenciálisan kihullható vízmennyiség eloszlása a Kárpát-medencében 2010. június 4. 00 UTC-kor



16. ábra. A 2010. május 1. és június 30. között lehullott csapadék összege



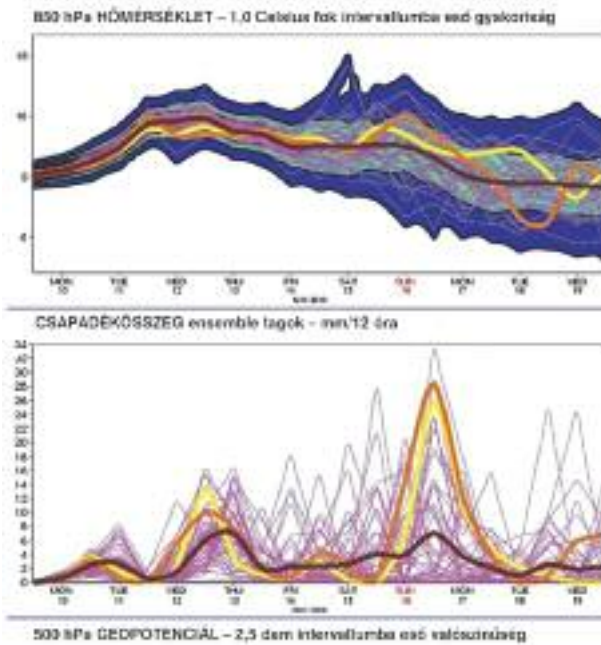
17. ábra. Előrejelzési hibák, 2009. és 2010. május–június



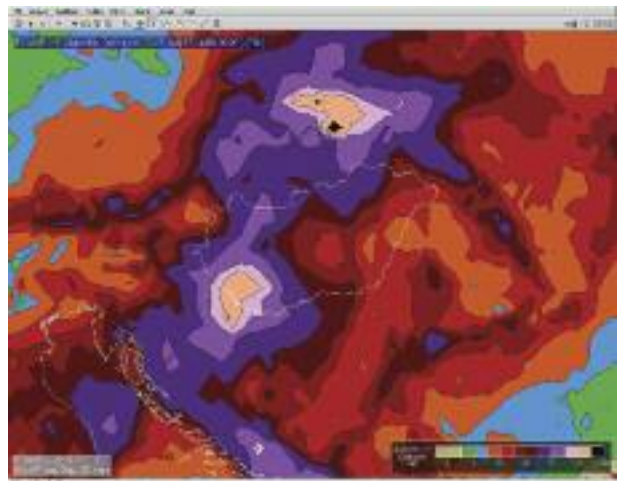
18. ábra. A csapadék-előrejelzések hibái nagycsapadékos helyzetekben, 2010. május-június



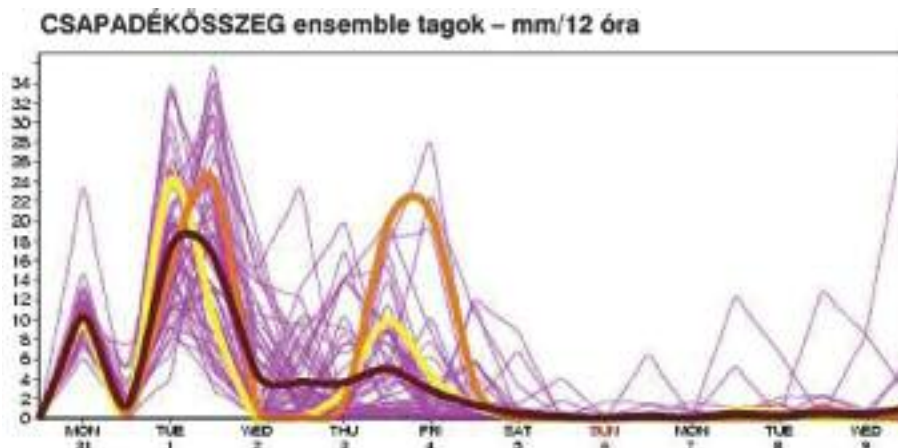
20. ábra. A 2010. május 15-16-ra szóló csapadék-előrejelzés és a tényleges csapadékátlag
Vízgyűjtők: 7 – Vág, Garam, Ipoly; 8 – Közép-Dunavölgy; 9 – Zala, Balaton; 10 – Kapos, Sió; 11 – Sajó, Hernád; 12 – Zagyva; 13 – Közép-Tiszavölgy; 14 – Bodrog



19. ábra. ECMWF ensemble előrejelzése Miskolcra a 2010. május 9. 12 UTC-s futtatás alapján
A vastag sárga vonal a determinisztikus, a vastag narancssárga a kontroll futtatást, a lila vékony vonalak az ensemble tagokat mutatják.



21. ábra. A 2010. május 14. 00 UTC-s modelltől előállított csapadékösszeg



22. ábra. ECMWF ensemble csapadékösszeg előrejelzése
A vastag sárga vonal a determinisztikus, a vastag narancssárga a kontrollfuttatást, a lila vékony vonalak az ensemble tagokat mutatják.

amely gyors mozgással helyeződött a kontinens középső területei fölé. Kialakulása klasszikusnak tekinthető; a magas szélességekről származó hideg és a mediterrán térség meleg levegője biztosította az örvény kimélyülésének feltételeit. Május 30-án a ciklon előoldalán délnyugatról áramló meleg, labilis légállapotú levegőben sokfelé alakultak ki zivatarok. Az esti órákban már az Alpok előterében húzódó frontrendszer déli részén peremhullám erősödött meg, amely kelet felé helyeződött (W_p west peremhárborlás helyzet a Bodolainé féle osztályozás szerint). Ez a peremhullám Magyarország felett tovább mélyült, önálló ciklonná fejlődött. (C centrum típus, Bodolainé-féle nagycsapadékos helyzet, Bodolainé és mtsai. 1986). Ez a ciklon, illetve okklúziós frontja még napokig meghatározta időjárásunkat.



23/a ábra. Az egyes előrejelzések és a ténylegesen mért adat összehasonlítása a 2010. május 31.–június 1. csapadék esetén
Vízgyűjtők: 7 – Vág, Garam, Ipoly; 8 – Közép-Dunavölgy; 9 – Zala, Balaton; 10 – Kapos, Sió; 11 – Sajó, Hernád; 12 – Zagyva; 13 – Közép-Tiszavölgy; 14 – Bodrog

A 10. ábra a ciklon, illetve frontrendszerének május 30-i délutáni helyzetét mutatja. Az erősödő peremhullám előtt délnyugatról nyúlik fel a meleg, nedves szállítószalag. Ekkor még a melegszektorban labilis a légállapot, zivatarok alakulnak ki. Május 31-én már a talajközelen az áramlás iránya döntően északnyugati, amellyel hűvösebb levegő áramlik, a labilitás már nem jellemző. Május 31-én éjszaka és június 1-én hajnalban az önálló ciklonná mélyülő hullám térségében, illetve annak előoldalán hullik területi átlagban 20–24 mm-es csapadék a Dél-Dunántúlon, valamint keleten a Sajó, Hernád, Zagyva és a Tisza-völgy vízgyűjtőkön.

Június 1. 12. UTC-kor a 11. ábrán látható időjárási kép a jellemző, az okklúziós front mentén északkeletről visszahajló nedves levegővel. A ciklon ha-

tására június 1-én még továbbra is kevéssel 20 mm feletti a területi csapadékatlag a Dél-Dunántúlon, de a Vág, Garam, Sajó, Hernád vízgyűjtőkön az erős talaj közeli konvergencia és a magasban is főként helyeződő örvény hatására a területi átlag eléri a 36–45 mm-t. Június 2-án a ciklon visszahajlása következtében a nedvességi viszonyok olyanok, hogy a Duna bajor, osztrák vízgyűjtőin hullik területi átlagban 20 mm feletti csapadék, a Kárpát-medence középső és keleti részén átmenetileg szakadozottabban válik a felhőzet.

A 12. ábrán látható felhőzet összhangban van a potenciálisan kihullható vízmennyiség területi eloszlásával (13. ábra), amely a Duna felső szakaszára északkeleti áramlással érkező nagy nedvességtartalmú levegőt is szépen mutatja. A csapa-



23/b ábra. Az egyes előrejelzések és a ténylegesen mért adat összehasonlítása a 2010. június 3-i csapadék esetén
Vízgyűjtők: 7 – Vág, Garam, Ipoly; 8 – Közép-Dunavölgy; 9 – Zala, Balaton; 10 – Kapos, Sió; 11 – Sajó, Hernád; 12 – Zagyva; 13 – Közép-Tiszavölgy; 14 – Bodrog

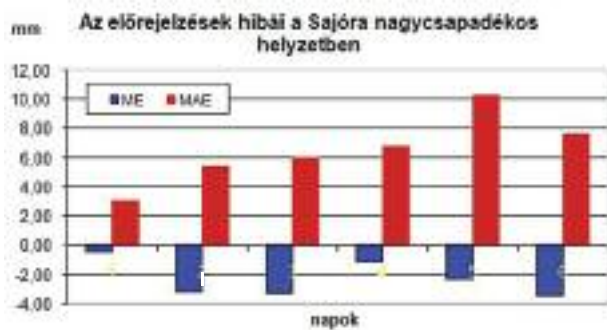
déktevékenység átmeneti gyengülése után az északkeletről visszahajló meleg, nedves levegő hatására a ciklon ismét erősödött a Kárpát-medence északkeleti része felett, északkeleten jelentős mennyiségű csapadék hullott. A területi átlag a Bodrog, Sajó, Hernád vízgyűjtőin elérte a 35–37 mm-t. Az erősödő ciklon, illetve a potenciálisan kihullható vízmennyiség területi eloszlása a 14. és 15. ábrán látható.

„Angéla” elvonulása után június 6. és 13. között gyakorlatilag nem esett Magyarország területén. Június második felében azonban részben helyi zivatarokból, felhőszakadásokból, részben egy újabb, de már gyengébb mediterrán ciklonból (június 19–22.) többfelé volt csapadék. Végül is 2010 májusában és júniusában együttesen rekordmennyiségű csapadék hullott (16. ábra).

3. A ciklonok előrejelezhetősége, a csapadék-előrejelzések beválása

3.1. Mennyiségi csapadék-előrejelzések lehetőségei, nehézségei

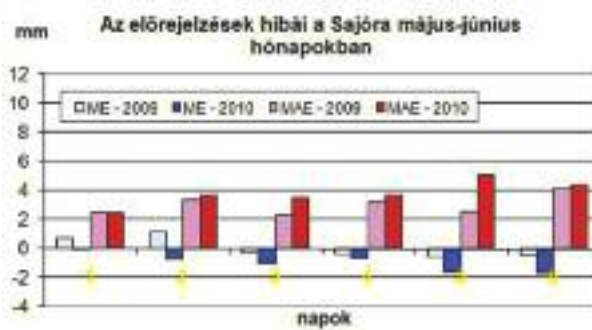
A csapadékmennyiség az egyik legnehezebben előrejelezhető időjárási elem. A szinoptikus skálájú (tehát több napig fennmaradó és több száz kilométer kiterjedésű) időjárási rendszereket, mint amilyenek a „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok voltak, a mai modellek már képesek – akár több nappal az esemény előtt – viszonylag pontosan előrejelezni. Az egy nagyságrenddel kisebb mezoskálájú



24. ábra. A Sajórád vonatkozó előrejelzések hibái nagycsapadékos helyzetekben, 2010. május–június

3.2. Májusi, júniusi csapadék-előrejelzések beválása

Megvizsgáltuk, hogy 2010 említett két hónapjának a csapadékosága milyen hatással volt a prognózisok beválására. A 2010-es év ezen időszakát összehasonlítottuk a 2009-es év ugyanezen időszakával, és megnéztük az előrejelzések hibáit (17. ábra). Az átlagos abszolút hiba (MAE) – ahol az alá- és fölébecslések nem oltják ki egymást, a statisztika a hibák abszolút értékével készül – azt mutatta, hogy a csapadékosabb 2010-es évben, ha nem is sokkal, de minden napra szignifikánsan nagyobb a hiba az előrejelzésekben, mint 2009-ben. Az átlagos hiba esetében (ME) a kevésbé csapadékos évben a fölébecs-



25. ábra. A Sajórád vonatkozó előrejelzések hibái, 2009 és 2010 május–június

lájú (pár óráig élő, párszor 10 km kiterjedésű) zivatarok, szupercellás zivatarok előrejelzése viszont jóval nehezebb. Fellépésük lehetősége a makroszinoptikus helyzet ismeretében általában jól megadható, de egy nappal korábban is legfeljebb csak az a régió jelölhető ki, ahol a legnagyobb valószínűséggel bekövetkezik a jelenség. Pontos helye, ideje pedig az esemény bekövetkezése előtt csupán 1–2 órával prognosztizálható a radar- és műhold-, valamint a fölfelszíni megfigyelések nyomán követése segítségével. A mezoskálájú objektumok csapadékmennyiségének a becslése, az adott régió területi átlagának a megadása pedig különösen nehéz.

Egy mennyiségi csapadék-előrejelzést jónak tekintünk, ha a folyamatot jól közelíti, természetesen a maximális csapadék tengelyében a valóság és a prognosztizált között lehet eltérés. A mennyiségtől nagyságrendi egyezést várnánk, de sokszor nagyon nehéz megmondani, hogy a nagy csapadék 30 vagy 60 mm-es területi átlagot jelent. Területi átlagban 20 mm-t meghaladó mennyiség viszonylag ritkán fordul elő, így az ezt meghaladó előrejelzett mennyiség mindenképpen jelzésértékű!

lések dominálnak, míg a csapadékosabb esetben az utolsó két napon alábecslés figyelhető meg, még ha nem is nagy a mértéke.

A 2010. május–júniusi időszak nagy csapadékos helyzeteire (amikor is több vízgyűjtőn a területi átlag 10–30 mm felett alakult) külön is elvégeztük a vizsgálatot (18. ábra). Ekkor az átlagos abszolút hiba (MAE) az 1. npra szóló előrejelzések esetén 4,5, a 6. npra 8 mm körülinek adódott. Az átlagos hiba (ME) pedig azt mutatta, hogy az első két napon inkább fölé-, az ezt követő napokon minimális alábecslés a jellemző. Ez az alábecslés az utolsó két napon a legtöbb, 1–2 mm.

3.3. Előrejelzések a „Zsófia” ciklon esetén

A különböző nyomás- és csapadékmező-előrejelzések a ciklon kialakulása előtt már 4–5 nappal meglepően egyöntetűen és viszonylag stabilan számoltak a mediterrán ciklon megjelenésével és jelentős csapadékkal. Pl. a május 9. 12 UTC-s futtatásból előálló úgynevezett fákladiagram (a fákladiagramról és az ensemble előrejelzésekről bővebben a mellékletben)

Miskolc térségére (19. ábra) már öt nappal korábban szépen mutatatta a hétvége jelentős csapadékát; mind a determinisztikus, mind a kontrollmodell 30 mm közeli csapadékot prognosztizált. A görbe a május 12–13-i időszak csapadékos voltát is jól adta. Természetesen a csapadék maximális tengelyének megadásában mutatkoztak eltérések, hiszen a ciklonpálya igen kis módosulása a csapadék mennyiségének egy adott területen való akár jelentősebb megváltozását is okozhatja, de a nagy csapadék, a dunántúli viharos szél mindegyik futtatásban szerepelt. (A megvalósult csapadékkép azt a szinoptikus tapasztalatot is szépen alátámasztotta, hogy a mediterrán ciklonok vonulását egy délnyugat-északkeleti, közel a Nagykanizsa–Siófok–Budapest–Kékestető- vonalban húzódó csapadékszalag kíséri, bár ebben az esetben kissé nyugatabbra volt a maximális csapadék tengelye.)

A mennyiségi csapadék-előrejelzésektől természetesen pontos egyezést nem várhatunk el. Az ECMWF – az európai meteorológiai szolgálatok együttműködése keretében futtatott globális modell, amelynek a beválása a világon évek óta a globális modellek közül mind rövid távon, mind középtávon a legjobb – vízgyűjtőkre vonatkozó, a vízügyi ágazatoknak naponta továbbított előrejelzései már a május 9. 12 UTC-s anyagból jelentős mennyiséggel számoltak több vízgyűjtőre. A dunántúli nagy csapadékot napokon keresztül viszonylag stabilan adták az előrejelzések. A vízügyi szempontból kritikusnak tartott észak-magyarországi vízgyűjtők esetén sajnos jóval nagyobb volt az ingadozás. A május 15-i csapadékot a Sajó, Hernád, Zagyva térségére talán a 14. 12 UTC-s, a 16-i csapadékot pedig a 15. 12 UTC-s futtatás adta a legjobban, ami nem meglepő, hiszen a csapadékfolyamatok természete miatt a 24 órás mennyiségi csapadék-előrejelzések a legmegbízhatóbbak. Érdekes, hogy a május 16-i csapadékot a május 9. 12 UTC-s futtatás is jobban közelítette, mint több, az eseményhez közelebbi előrejelzés. A 20. ábrán a május 9. és 14. között naponta készült csapadék-előrejelzéseket láthatjuk a 7–14-es vízgyűjtőkre (12 UTC-s futtatások alapján). A kétnapos előrejelzett csapadékösszegek a dunántúli területekre többnyire 40–70 mm között változtak, ami azért figyelemre méltó! Ha belegondolunk abba, hogy 20 mm feletti napi csapadékatlag az esetek elenyésző %-ában fordul elő, akkor a napokon keresztül stabilan prognosztizált 40 mm feletti előrejelzésnek nagy a jelentősége! A tiszai területekre előrejelzett kisebb csapadékmennyiségek okát valószínűleg abban is kereshetjük, hogy a modell az orográfia hatását alábecsülte.

Az ECMWF május 14.00 UTC-s futtatása alapján előállított összegzett csapadékmező (21. ábra) azonban szép egyezést mutat a ténylegessel (2. ábra).

3.4. Előrejelzések az „Angéla” ciklon esetén

A nyomási mezőelőrejelzések a gyors mozgású, Kárpát-medence fölé helyeződő ciklon, „életútját” ismét jól prognosztizálták. A ciklonhoz jelentős mennyiségű csapadékot is rendeltek, de ezek a mennyiségi előrejelzések némileg elmaradtak a „Zsófia” eredményességétől.

Már a 2010. május 21. 12 UTC-s futtatás alapján készült ECMWF-előrejelzés sejtette a május 30. és június 4. közötti időszak csapadékoságát.

Ha az előrejelzett budapesti fáklya csapadékmennyiségét a 8-as vízgyűjtő tényleges csapadékmennyiségével vetjük össze, akkor a következőket állapíthatjuk meg:

A május 23. 12 UTC-s előrejelzésben (22. ábra) a kontrollmodell Budapestre, június 1-re 30 mm közeli értéket prognosztizál, amely jó közelítése a ténylegesen lehullottnak (27 mm). A május 30. 12 UTC-s Budapestre szóló fáklyadiagram szerint a determinisztikus modell június 1-re (22 mm) és június 3-ra (10 mm) is teljesen jó mennyiségi közelítést ad, és mutatja a csapadéktevékenység átmeneti gyengülését is (22. ábra).

Nem ilyen jó az egyezés, ha a Sajó vízgyűjtőjének tényleges csapadék mennyiségeit a miskolci fáklyadiagrammal vetjük össze (22. ábra); a csapadékfolyamat időbeli lefolyását bár jól közelíti, de a mennyiségek elmaradnak a bekövetkezettől.

Összességében megállapítható, ahogy ezt a néhány bemutatott fáklyadiagram is jelzi, hogy bár az „Angéla” ciklon csapadékhatékonyságát a modellek napokkal előbb jelezték, a ciklon csapadékmennyiségének időbeli, területi eloszlásában mutatkoztak eltérések. Ezt mutatják a különböző időpontokban készült előrejelzések kiemelt vízgyűjtőkre szóló területi átlagai is (23. ábra).

A 23/a ábra a május 31. és június 1. előrejelzett területi csapadékösszegeit veti össze a két nap tényleges területi átlagával. A keleti vízgyűjtőterületeken minden futtatás alábecslést mutat, a nyugatabbra eső területeken jobb a mennyiségi közelítés, a Zala vízgyűjtőin jelentősebb viszont a fölébecslés.

A 23/b ábrán a június 3-ra szóló előrejelzéseket láthatjuk. A június 2. 12 UTC-s előrejelzés menetében szép egyezést mutat a tényleges csapadékatlaggal, de a mennyiség ismét elmarad – ha kevesebbel is, mint az előző periódusban –, a ténylegesen bekövetkezettől. A május 30-i előrejelzés pl. a Bodrog vízgyűjtőjére teljesen jó, ez az előrejelzés a visszahajló csapadék maximális tengelyét máshova adta, mint a többi futtatás.

A 24. és 25. ábrán az előrejelzések hibáit külön a Sajó vízgyűjtőre is bemutatjuk mint az egyik legproblémásabb vízgyűjtőre. A 24. ábrán szignifikáns alábecslés látható, a két hónap esetén (25. ábra) a hi-

bák jóval kisebbek, de a szignifikáns alábecslés megmaradt. A kevésbé csapadékos 2009-es évben az első két napra ugyanakkor fölébecslés volt a jellemző.

4. Összefoglalás

A mennyiségi csapadék-előrejelzések a nagy csapadék lehetőségére időben felhívták a figyelmet, és a jelentősebb mennyiségeket viszonylag stabilan adták az esemény bekövetkezése előtti napokban. Ahogy a „Zsófia” ciklon esetén is, most is a dunántúli területekre pontosabb mennyiségi becslések készültek, a keleti vízgyűjtőkre mindkét ciklon esetén az alábecslés a jellemző. Ennek okát részben az orográfia csapadéknövelő hatásában is kereshetjük, de az „Angéla” ciklon esetén a gyengébb csapadék-előrejelzésekhez az is hozzájárulhatott, hogy a keletről visszahajló ciklonok mozgását a modellek általában rosszabbul közelítik. A kritikus helyzet kialakulásá-

nak lehetőségét azonban mindkét esetben tartalmazták az előrejelzések, és mindenképpen szerencse, hogy jól szervezett, szinoptikus léptékű rendszerhez kapcsolódott a csapadéktevékenység, hiszen egy jellegtelen nyomási mezőben kialakuló – esetenként hirtelen áradáshoz vezető – felhőszakadások területi csapadékatlagát jóval nehezebb megadni.

Irodalom

- Bodolainé Jakus, E. 1983: Árhullámok szinoptikai feltételei a Duna és a Tisza vízgyűjtő területén. Budapest. OMSz Kiadv.
- Bodolainé Jakus E., Bonta, I., Ujváry, K., Nagy, K. és Takács, Á. 1986: Magyarország jelentősebb hegy- és dombvidékeinek hatása a csapadék mezoméretű eloszlására. Budapest. OMSz Kiadv.
- Horváth, Á., Zsikla, Á. és Hadvári M. 2010: A „Zsófia” ciklon meteorológiai leírása. www.met.hu
- Konkolyné, Bihari, Z. Móring, A. és Nagy, A. 2010: Rendkívüli volt-e a 2010. május 15–18-i időjárás? www.met.hu
- Horváth, Á., Zsikla, Á. és Kovács, A. 2010: Az „Angéla” ciklon meteorológiai leírása. www.met.hu

1. táblázat. A társadalmi csapadékmérő állomások májusi jelentései

Állomásnév	Csapadék 13.	Csapadék 14.	Csapadék 15.	Csapadék 16.	Csapadék 17.	Összesen
Zsámbék			60,4			60,4
Bátonyterenye			79,0	31,0		110,0
Becske			52,5			52,5
Parádóhuta			69,1			69,1
Dombóvár			39,5	45,7		85,2
Szentlőrinc			58,0	53,3		111,3
Páprád			69,3	47,5		116,8
Alcsútdoboz	31,7		56,8	31,7		120,2
Bp, Ferenchegy			82,3	24,5		106,8
Úrkút			32,7	67,3		100,0
Zirc	19,2	0,9	88,4	98,2	42,3	249,0
Máza			79,6	65,9		145,5
Váralja	12,5	ny	67,0	64,4		143,9
Kárász			70,7	83,5		154,2
Bakonykoppány	22,0		85,0	45,5	39,0	191,5
Pörböly			51,8	45,2		97,0
Bakonybél	28,0		146,0	59,0	30,3	263,3
Bakonybél,	25,4	2,7	101,2	82,4	40,2	251,9
Bükkszentkereszt		18,5	57,7	35,5		111,7
Mecseknádasd			108,0	43,4		151,4
Varbó	2,5	0,3	69,2	37,1		117,4
Bükkszentlászló	5,4	27,2	30,2	17,4		80,2
Bakonyszűcs	23,0	1,5	157,0	53,5	30,2	265,2
Csölyospálos	19,9		22,1	25,5	4,8	72,3
Mernye			23,4	65,2	23,6	112,2
Kelemér	2,7	3,7	38,0	35,6	2,9	82,9

ÖNGERJESZTŐ, DE SZABÁLYOZOTT MELEGEDÉS (ARRHENIUS-TÓL A GLOBÁLIS TERMOSZTÁTIG)

SELF-EXCITABLE BUT CONTROLLED WARMING (FROM ARRHENIUS TO THE GLOBAL THERMOSTAT)

Wirth Endre

1048 Budapest, Székes utca 5., eagardi@upcmail.hu

Összefoglalás. Az IPCC legutóbbi jelentése óta (2007) több száz publikáció jelent meg a globális melegedés részleteiről. Közülük néhány – önkényesen, de nem véletlenül kiválasztott – tanulmány részletesebb ismertetésének célja kettős. Egyrészt tisztelgés Arrhenius bámulatos teljesítménye előtt, amely a nagyon is aktuális mai dolgozatok hátterében felmagasodik; másrészt villanásnyi bemutatása a melegedés egyes, kritikusan fontos tényezőinek. Ilyen például a vízpára mostanáig vitatott mennyiségi növekedése, amelynek mértékét egy nemzetközi kutatócsoportnak sikerült megállapítani (*Santer et al.*, 2007). Ugyanezt a kérdést – más műszerrel végzett mérések alapján – a vízpára visszacsatolási effektusa szempontjából vizsgálta *Dessler* (2008, 2009). A legfontosabb eredmény valószínűleg a CO₂ működési mechanizmusának átfogó leírása, amely a NASA GISS kutatóközpontjának munkatársai, *Lacis et al.* (2010); és *Schmidt et al.* (2010) nevéhez fűződik. A szerzők numerikus kísérlet segítségével demonstrálták a NKÜG eltávolításának fatális következményeit. Végül utalunk arra az egyszerű összefüggésre (*Wirth*, 2005), ami a tényleges CO₂-emissziót pontosabban írja le, mint az általában használt globális, átlagos növekedés.

Abstract. Since the last Report of IPCC (2007), several hundred papers have appeared on some aspects of global warming. Some of the studies were arbitrarily – but not randomly – selected for this survey. The purpose of detailed description of these studies is twofold: on the one hand we want to pay respect for the amazing achievement of Arrhenius which keeps providing a highly appreciated background even in the light of later, current works. On the other hand, it is vital to pay attention to some factors which presently seem critical in the problem of warming. Among the critical factors we find, for example, the increase of the amount of water vapor that an international research group was able to quantify (*Santer et al.*, 2007). The same issue – through measurement with a different instrument – was investigated by *Dessler* (2008, 2009) from the aspect of the effects of water vapor feedback. Probably the most important result was the comprehensive description of the working mechanisms of CO₂ produced by the researchers of the NASA GISS research center (*Lacis et al.*, 2010 and *Schmidt et al.*, 2010). By means of a numerical experiment the authors were able to clearly demonstrate the fatal consequences of the removal of the non-condensing greenhouse gases for the Earth's climate. Finally we refer to simple relation, offered by *Wirth* (2005) to describe the actual CO₂ emission by a more accurate way than the generally applied global average increase.

A kérdés. A globális fölmelegedésre vezető, akár vázlatos áttekintés is méltánytalan Svante Arrhenius idevágó munkájának (*Arrhenius*, 1896) rövid áttekintése nélkül. A tudós éppen 115 éve tette fel azt a kérdést, amit ma a „*légkör érzékenysége*nek” nevezünk: hogyan változna a globális földi hőmérséklet, ha a légköri szén-dioxid (CO₂) mennyisége (a századvégre jellemző, 298 ppm-ről) a duplájára növekedne?

A jó kérdésre a korábbinál pontosabb mérésekkel alátámasztott választ éppen napjainkban sikerült megtalálni. A hosszú ideig gyűjtött adatok gondos elemzésével olyan hipotéziseket igazoltak, amelyek bár fizikailag helytállóak voltak – mint például a vízpára (1. *ábra*) pozitív visszacsatolása a melegedés kényszerére –, de bizonyításuk a légkörben nem történt meg. A siker annak is köszönhető, hogy ma a műholdas megfigyelések és mérések eredményeit a leggyorsabb számítógépek alkalmazásával építik be globális klímamodellek tucatjaiba a kutatók százai; míg Arrhenius, magányos óriásként, fáradságos számítással jutott el a korunkban is helytálló válaszig.

Az üvegházhatás (ÜH) szereplői. A 19. század közepe óta ismert, hogy a Naptól érkező sugárzás és a földfelszínről kisugárzott energia különbségét bizonyos légköri gázok elnyelődése okozza. A testek kisugárzása a hőmérséklettől függ; a Naptól jövő sugárzás túlnyomórésze a 0,4–0,5 µm-es (látható) tartományban érkezik a földre. A legalább kétfő nagyságrenddel hidegebb földfelszín viszont az infravörös, 4–25 µm-es sávban sugároz. A hősugárzás egy részét a légköri, nem kondenzálódó üvegházgázok (NKÜG) nyelik el. E nyomgázok összetérfogata, amint nevük is utal rá, az 1 százalékot sem éri el; a legfontosabbak a metán, és a szén-dioxid (CO₂). A légköri víz – a vízpára és a felhők – szintén elnyelik a hősugárzást, sőt domináns mennyiségüknek megfelelően a legnagyobb elnyelők. (A hó- és jégkristályok nagy albedójuk miatt inkább nettó sugárzás-visszaverők.) Teljes légköri tömegének megfelelően a vízpára (2. *ábra*) nyeli el a legtöbb kisugárzott hőt, de az elnyelés mértéke szinte napjainkig vitatott volt. Ennek oka, hogy a pára mennyisége változókéony és nehezen mérhető. Mégis, sokan ma is

úgy vélik, hogy a vízpára az ÜH legfontosabb tényezője. (Erre a kérdésre később még visszatérünk.)

Az ÜH végeredménye, hogy az átlagos földi hőmérséklet sokkal magasabb, mint lenne akkor, ha a légkörből „eltűnnének” a NKÜG. Bár e gázok hatását mindannyian észleljük, csekély mennyiségük miatt mégis kevesen értik azt a működési mechanizmust, amivel módosítani képesek a globális légköri hőmérsékletet.

Arrhenius felfedezése. Arrhenius az ÜH-on alapuló melegezési elméletét a Stefan-Boltzmann törvény segítségével dolgozta ki. Eszerint a T abszolút hőmérsékletű test által kisugárzott hőmennyiség a hőmérséklet negyedik hatványával arányos. A tudós – korábbi gázabszorpciós mérések alapján – kiszámította a CO_2 sugárzás-elnyelését, majd az ebből származó, átlagos hőmérséklet-változásokat tíz szélességi körönként, és külön-külön a négy évszakra is. Az adott légköri CO_2 -koncentrációt (az említett 298 ppm-et) egységnyinek ($K=1$) felvéve, különböző K -értékre végezte el számításait; ezekből bennünket a $K=2$ eset érdekel.

Az eredmények szerint a kétszeresére növelt légköri CO_2 -hőelnyelése az Egyenlítőhöz közeli régióban kerekén 5, az Északi-sark közelében $6^\circ C$ -nyi hőmérséklet-növekedést okoz az északi féltekén, éves átlagban. A déli félteke felhősebb – a besugárzás kisebb –, ezért ott a hatás is kisebb. A részletes számításokból kitűnt, hogy a hatás általában télen nagyobb, mint nyáron, kivéve a sarkokhoz közeli területeket. Továbbá: a melegezés annál nagyobb, minél nagyobb a felszín albedója; tehát általában nagyobb a szárazföldön, mint a tenger felett; és legnagyobb a hóval-jéggel borított területeken. A nappal és az éjszaka közötti hőmérséklet-különbség annál kisebb, minél több a „szénsav” a levegőben. A hatás erősödik ott, ahol változik az albedó. Arrhenius szerint valószínű, hogy a másodlagos tényező a hatásmaximumot az alacsonyabb szélességekről a sarkok felé fogja tolni (lásd még: Wirth, 2006).

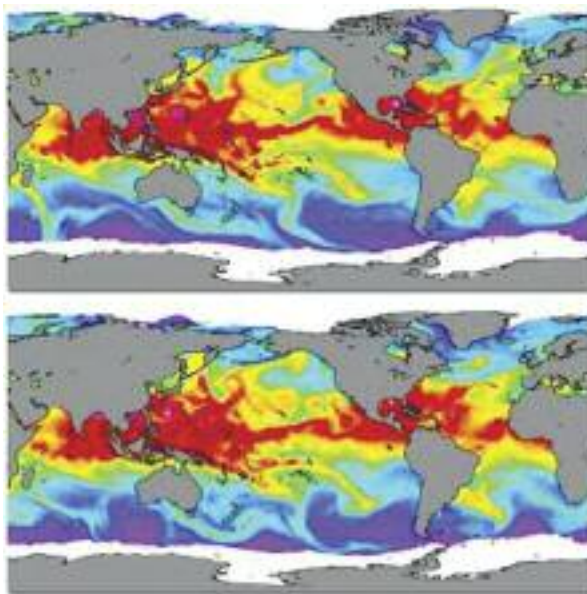
Ezt a ma már ósréginek tűnő elemzést az utóbbi évtizedek megfigyelései és műholdas mérései fényesen igazolják. A globális melegezés leglátványosabb következményei az elmúlt 30 évben: az északi-sarki jégmezők mintegy 36 százalékos csökkenése és a gleccserek világszerte tapasztalható olvadása.

Rio és a kilencvenes évek. Arrhenius után közel egy évszázadnak kellett eltelnie, mire a világ országai fölocsúdtak: tovább nem folytatható a Föld erőforrásainak zabolátlan kihasználása. A következmény a globális és regionális egyenlőtlenségek fenyegető elmélyülése. Az 1992. évi *Riói konferencia* volt a világ vezetőinek első olyan találkozója, amely felszólította az országokat: fogjanak össze a fenntartható fejlődés és a szegénység megszüntetésének közös céljai teljesítésére.

És már ekkor elhangzott a figyelmeztetés: *csökkentenünk kell az NKÜG kibocsátását, hogy megelőzzük a klímaváltozás várható katasztrofális következményeit.*

Rio óta a tudományos kutatás egyre határozottabban fordult a globális fölmelegezés problémája felé. Válaszokat kellett adni a következő kérdésekre: *mi a melegezés valóságos oka és hatásmechanizmusa; ha az antropogén CO_2 -emisszió a melegezés fő oka, mikor jutunk el a fordulópontig, ami után már nem lehetséges az elszabaduló folyamat megállítása, és addig is mit tehetünk a folyamat lefékezése és következményeinek enyhítése érdekében?*

A válaszok a földi légkör és az óceánok állapotának és kölcsönhatásainak a korábbinál sokkal pontosabb megismerését követelték. Az egyre sürgetőbb igények nyomására a fejlett államok jelentős forrásokat biztosítottak a kutatásra. Így a kilencvenes évek óta számtalan publikáció született a témakörben. Az eredményeket időről-időre az ENSZ által létrehozott *Klímaváltozás Kormányközi Bizottsága (IPCC)* gyűjtötte és fésülte össze, majd széles körű viták után publikálta. A feladat méreteire jellemző az alkalmanként 1000–3000 kutató bevonása. (A főbb IPCC-beszámolók megjelenése: 1989, 1995, 2001 és 2007.)



1. ábra. Az óceánok feletti vízpára mennyiségének becslése a műholdas SSMI segítségével. (2005. augusztus 28. és 29., felső és alsó kép.) A magas nedvességtartalom: vörös és fehér. A legnagyobb értékek a Csendes-óceáni tájfunokkal és a Katrina hurrikánnal kapcsolatosak a Mexikói öbölben. (Santer 2007)

A fenti kérdések a jövőre vonatkoznak – de a jövő érdekelte *Arrheniust* is. Korábbi adataiból feltételezte, hogy a 20. században újabb jégkorszak várható, ezért nem tartott a melegedéstől. Ellenkezőleg: remélte, hogy hasznos, sőt szükséges lesz a mezőgazdaság számára. (A 19. század végén már jól ismerték Malthus 100 évvel korábbi munkáját a mértani haladvány formájában növekvő népességről, amelyet a számtani haladvány szerint növekvő élelmiszer-termelés nem képes kiszolgálni.) A robbanásszerű változásokat azonban, amelyeket éppen a tudomány 20. századi eredményei tettek lehetővé, ő sem láthatta előre. Úgy vélte, hogy a kétszeres CO_2 -szint elérése humán léptékkal mérve még sok generációt igényel.

Visszatérve az alapkérdésekre: megállapítható, hogy az IPCC által összegzett eredmények az utóbbi két évtizedben egyre magasabb valószínűségi szinteken demonstrálták az ember okozta melegedés hipotézisét. De a 2007. évi jelentés elég sok kritikát váltott ki. Vitatták például a vízpára ÜH-nak valódi szerepét a felmelegedésben és a CO_2 hatásmechanizmusát, valamint az emissziós forgatókönyvek érvényességét. E kérdések már átvezetnek a közelmúlt új felismeréseihez.

Ujjlenyomatunk: a légkör „nedvesedése”. A légköri vízpára hőelnyelésére 20–30 évvel ezelőtt még csak durva becslések léteztek. Az IPCC 1990. évi jelentése például (forrás említése nélkül) 60–70 százalékos elnyelésre hivatkozik. A becslések azon a – többnyire burkolt, de hibás – feltevésen alapultak, hogy a teljes elnyelés (beleértve a $NKÜG$ -at is) a nyelők egyedi hozzájárulásainak összege. Olyan szélsőséges nézet is előfordult, amely „megállapította”, hogy a természetes üvegházhatás 98%-a a vízpárának és a felhőknek tulajdonítható, és a CO_2 -elnyelés kevesebb mint 2%.

Idézzük fel, hogyan is működik a pozitív visszacsatolási (3. ábra) mechanizmus. A légkört melegítik a $NKÜG$, főleg a CO_2 ; a melegebb levegő több vizgőzt képes befogadni; a magasabb víztartalom több hőt köt le, ami további melegedésre vezet és így tovább. Eszerint tehát a légköri pára mennyisége nemcsak fluktuál (bizonyos természetes határok között), hanem növekszik is.

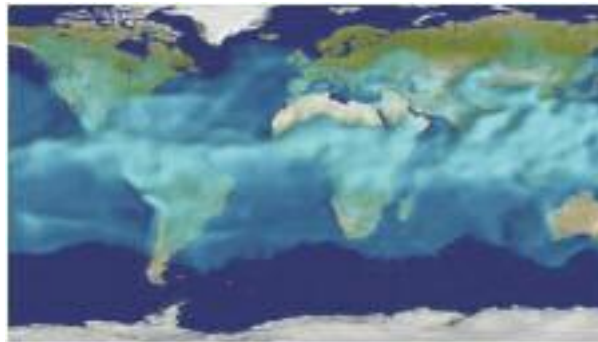
A gondolatmenet ellenőrzésére megfelelő, új minőséget képviselő műszer a *Speciális Mikrohullámú*

Képkalkoló Érzékelő (SSM/I). A troposzféra pára- és víztartalmáról összegyűjtött adatait a *Lawrence Livermore National Laboratory* kutatói 22 különböző klímamodellen futtatták, nyolc másik nemzetközi kutatócsoportot is bevonva az elemzésbe. A bonyolult részletekkel nem foglalkozhatunk; a lényeg, hogy a számszerű végeredmény megfelelt a várakozásoknak: 1988 és 2007 között a légkör páratartalma $0,41 \text{ kg/m}^2$ -rel növekedett (Santer et al., 2007).

A kutatásvezető szerint ez volt „a légköri vízpára mennyiségére vonatkozó első emberi ujjlenyomat-azonosítás”. Egyben az első olyan eredmény, amely számszerűen demonstrálta a vízgőz-visszacsatolás erejét. A fizika, a megfigyelések és a klímamodellek egybehangozva jelzik, hogy a felszíni 1 foknyi melegedésre a vízpára 6-7,5 százalékos növekedéssel válaszol. Santer aláhúzza: e „légkör-nedvesedési folyamat” nem magyarázható a klíma saját változékonyságával. Következtetése szerint a mai nedvességtartalom a világóceán nagy része fölött végső soron az emberi tevékenység miatt növekvő CO_2 hajtóerejének köszönhető.

(A „humán ujjlenyomat” tanulmányok a mai klímaváltozás okait a tényleges megfigyelések és a modellezett változások szigorú összehasonlításával igyekeznek feltárni. A legtöbb tanulmány a földfelszín, a légkör és az óceánok hőmérsékleti változásaira összpontosít; vagy olyan paramétereket figyel, amelyek közvetlen kapcsolatban vannak a hőmérséklet változásaival.)

Dessler et al. (2008) a vízgőz felhalmozódását a NASA nagy felbontású, műholdas *Légköri Infra-vörös Szondájával* mérte. Az *AIRS* az első műszer, amely képes megkülönböztetni a páratartalom – a specifikus és a relatív nedvesség – eloszlását a légkör alsó 16 km-es rétegében. Kombinálva adatait a globális hőmérséklet megfigyelésével kimutatta, hogyan válaszolt a páratartalom a felszíni hőmérséklet változásaira 2003 és 2008 között. Meghatározta a vízpára-visszacsatolás globális energiatöbbletét, ami kerekén $2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ -nek bizonyult. Ez nem tűnik soknak, de összeadva a teljes földfelszínre nagyon jelentős energia. Dessler szerint hatalmas a különbség a gyenge és az erős vízpára-visszacsatolással rendelkező légtömegek között. A 2 W hőfokozó hatása megfelel a klímamodellekkel kapott elméleti várakozásnak. A következtetés: a vízpára-visszacsatolás



2. ábra. A légköri vízpára változatos eloszlása a légkörben. A legtöbb pára (nyári és őszi időszakban) a trópusok környékén gyűlik össze, ahol a dél-ázsiai monszun zivatarai a nedvességet 3–4 km magasba is felsöprik. (NASA honlap)

képes arra, hogy a légköri CO_2 melegítő hatását megduplázza, így főszerepet játszik a klímaváltozásban.

Néhány hónappal később Dessler (2009) megerősíti korábbi eredményeit. Leszögezi, hogy a pára-visszacsatolás a felelős a következő évszázad melegezésének jelentős részéért, és erősségére több mint elegendő a bizonyíték.

A klímamodellek, amelyek a következő 100 évre jelentős, 2–4 °C-os melegezést jeleznek, szintén erős pára-visszacsatolást igényelnek. A kutató szerint e forgatókönyv hosszú távú következményei pusztítóak; a század vég sokkal melegebb is lehet, ha nem csökkentjük a CO_2 -kibocsátást. Sok kutató szerint ez a melegezés már ma is folyamatban van.

Dessler (2010) megvizsgálta a NKÜG növekedése miatt bekövetkező melegezés hatását a felhőkre is, amelyek szintén elnyelik a hőt, és további melegezést okoznak: ez a *felhő-visszacsatolás*. E többelhő ugyancsak felelős lesz a későbbi melegezés jó részéért. Adatait a Terra műholdon elhelyezett műszer, a CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System) gyűjtötte; a meteorológiai értékelést a NASA Kutatási Elemző Központja végezte. E körfolyamatban a felhők vízcseppjei játsszák a légköri pára szerepét. A klímamodellek jól szimulálják a felhők reagálását a földi klíma változásaira. „A hőmérséklet pedig több fokot növekszik a következő 100 évben, ha az ÜG emissziója a mostani ütemben nő tovább” – teszi hozzá Dessler.

CO_2 : a globális termosztát. A vízpára és a felhők pozitív visszacsatolással „súlyosbított” ÜH-át tehát sikerült számszerűen is igazolni, így meglehetősen jó képünk van a melegezésben betöltött szerepükéről. De fel kell ismernünk, hogy a vízpára és a felhők elnyelésének ereje a CO_2 jelentős, de szintén sokat vitatott klímakényszerének függvénye. Ezért érdemes behatóbban áttekinteni magának a CO_2 -nek a hatásmechanizmusát: mi az oka, hogy ez a nagyon kis mennyiségben jelenlévő légköri nyomgáz ilyen meghatározó szerepet játszik a globális melegezésben?

A válaszáért a NASA kutatói (Lacis et al., 2010 és Schmidt et al., 2010) először is bonyolult számításokkal egyenként meghatározták az ÜG elnyelésé-

nek erejét (az ún. *spektrális átfedéseket*). Eszerint a domináns elnyelők, a vízgőz 50, a felhők 25, a CO_2 pedig 20 százalékkal járul a hősugárzás elnyeléséhez. (Az összes többi elnyelő szerepe gyakorlatilag elhanyagolható.)

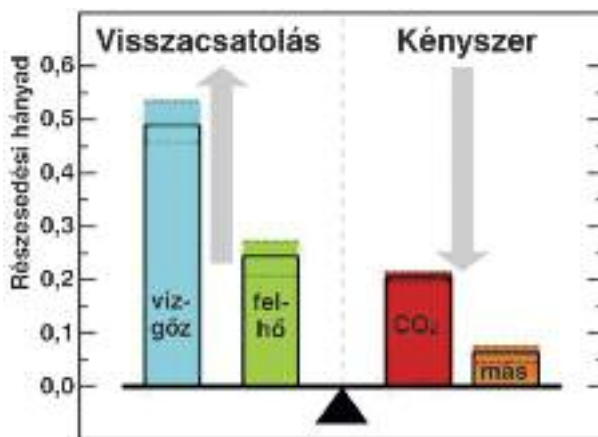
Annak érdekében, hogy kiderítsék, mi történne a

földi hőmérséklettel, ha az ÜH megváltozna (4. ábra), az egyik legjobbnak tartott GISS ModelE sugárzási változatát alkalmazták. A Science-ben megjelent numerikus kísérlet koncepciója egyszerű. A felszíni hőmérséklet, a vízpáratartalom, a tenger jégfedettsége, a planetáris albedó és más klímajellemzők időbeli menetének meghatározására lenullázták az összes NKÜG-t, és a globális klímamodelt előre futatták az időben.

A hatás a klímára már 10 napon belül jelentkezik. A globális hő-

mérséklet már az első évben 4,6 °C-kal csökken. Ötven év múltán a hőmérséklet: –21 °C. A vízpára az alapérték 10 százaléka (-2,2 mm-re) csökken. A felhőfedettség közel 31 százalékkal megnő; a globális tenger-jég arány pedig a kezdeti érték (4,6%) tízszeresére növekszik. A Föld globális albedója a mai 29-ről 45%-ra emelkedik. Ennek megfelelően csökken a napenergia elnyelése, súlyosbítva a további lehűlést. Az óceánfelszín egyharmada 50 évvel később még mindig jégmentes, bár a globális hőmérséklet tovább csökkent. Az Egyenlítő környezetében az óceán jégmentes marad; a felszíni hőmérséklet alig magasabb 1 °C-nál. (A hosszú távú stabilitás lehetőségét további számítások igazolhatják.)

A sugárzási kényszerek eltávolítása a földi ÜH összeomlását eredményezi; a Föld pedig belemerül a közel teljes eljegesedésbe. A vízpára – 50 százaléknyi, domináns hatása ellenére – a NKÜG folyamatos támogatása nélkül gyorsan kondenzálódik, és kihullik a légkörből. Szerepe a visszacsatolásra korlátozódik: önmagában nem képes fenntartani a földi üvegházhatást. Az ÜH erősségét a NKÜG, főleg az ebből 80 százaléknyi részt kitevő CO_2 vezérli. E „főkapcsoló” a termosztáthoz hasonlóan szabályozza a Föld egyensúlyi hőmérsékletét. A különbség az, hogy saját maga is aktív: melegíti a felszínt. Éppen ez a folyamatos melegítés teszi lehetővé, hogy a pára és a felhők fenntartsák saját légköri el-



3. ábra. Az egyes légköri összetevők tulajdonságainak hozzájárulása a földi ÜH-hoz, visszacsatolási és kényszerkategóriákra bontva. A referencia modell-légkör az 1980. szeptemberi helyzet. (Schmidt et al. 2010)

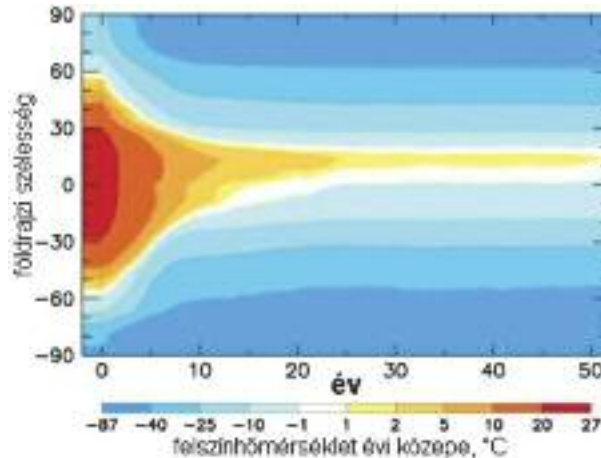
oszlásukat. Más szavakkal: a NKÜG szolgáltatják a hőmérsékleti környezetet, ami szükséges ahhoz, hogy a vízpára és a felhők visszacsatolási hatásai működjenek. A szerzők szerint ez a szimulációs modell légkörfizikai kísérletnek tekinthető, ami értetetővé teszi az ÜH mechanizmusát: azt a kapcsolatot, ami a növekvő légköri CO_2 és a globális hőmérséklet között van.

A CO_2 szintje (2010-ben a szerzők szerint) 386,8 ppm. (A Mauna Loa Obszervatórium 2010 végén 395 ppm-et mért.) Ez a légköri CO_2 -koncentráció közel 40 százalékkal magasabb a „normális” interglaciális maximumnál; azaz jóval magasabb, mint bármikor az elmúlt fél millió évben. Továbbá sokkal magasabb, mint annak a kockázatnak a szintje, amelynél 25 százalékos valószínűséggel elérjük a

„veszélyes antropogén kölcsönhatás” (VAK) kockázatát (Wirth, 2004). A mostani gyors növekedés olyan, mint a termosztát éles felcsavarása, ami egyben biztosítja a folytonos melegedést. A CO_2 tehát „a” kulcsfontosságú nyomgáz: saját kényszere és a légköri víz által biztosított jelentékeny visszacsatolások fenntartó támogatásával meghatározza a földi ÜH erősségét.

És mi várható? A légköri CO_2 csökkentése sürgető, ha valóban el akarjuk kerülni a súlyos környezeti következményeket. De akarjuk-e valójában? Hiszen a „humán tendencia” világosan kirajzolódik: ragaszkodás a „business as usual” gazdaságfi-lozófiához a fejlett és a fejlődő országok részéről egyaránt. A CO_2 -kibocsátás a fenntartható növekedés (hamis) zászlaja alatt gyorsulva folyik tovább (lásd Koppenhága–Cancún, 2009–2010). Az utóbbi három évtizedben az évi 1–2 százalékos emisszió-növekedést csak a regionális társadalmi vagy a globális pénzügyi krízisek „enyhítették”. Mi több, a globálisan átlagolt kibocsátás elfedi a valóságos növekedési tendenciát. Az 1980 és 2003 közötti adatokból szerkesztett, egyszerű exponenciális összefüggés – az adott ország, illetve régió népességével súlyozott átlagos emisszió (pwa) – legalább évi 3 százalék volt (Wirth, 2005). E növekedési tendencia durva következményeit már a természet sokkal hatalmasabb erői fogják érvényesíteni – ellenünk. Voltak, akik valóban tudtak következtetni

a baljós jelekből. Szent-Györgyi Albert 1975-ben megjelent *Kis katekizmus* című esszéjében (*Bulletin of Atomic Scientists*) csak röviden figyelmeztet: „Vagy a túlnépesedést kell megakadályoznunk, vagy egy jobb és nagyobb bolygóra kell átköltöznünk”.



4. ábra. Zonálisan átlagolt évi közepes felszíni hőmérsékletek a NKÜG lenullázása után (Lacis et al. 2010)

Követelően ide kíváncsok két friss hír:

A Föld lakóinak száma 1998 és 2010 között 16,6 százalékkal, hatról hét milliárdra növekedett;

A szén-dioxid légköri koncentrációja 2010-ben 395 ppm-re emelkedett: vagyis közel 40 százalékkal magasabb, mint bármikor az utóbbi fél-millió évben. A kibocsátás az elmúlt évtizedben – a globális válság ellenére – közel 20 százalékkal növekedett.

Vajon mit mondana most Szent-Györgyi Albert?

Irodalom

- Arrhenius, S. 1896: On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground *Journal of Science* (fifth series). April 1896. vol 41.
- Dessler, A. E. 2010: A Determination of the Cloud Feedback from Climate Variations over the Past Decade. *Science* 10 December 2010. Vol. 330 No. 6010 pp. 1523–1527 DOI: 10.1126/science.1192546
- Dessler, A.E. 2011: Water Vapor Feedback Loop Will Cause Accelerated Global Warming, *Science Daily*. January 7, 2011
- Dessler, A.E., Zhang, Z., and Yang, P. 2008: The water-vapor climate feedback inferred from climate fluctuations, 2003–2008. *Geophys. Res. Lett.* 35. L20704, DOI: 10.1029/2008GL035333
- Lacis, A.A., Schmidt, G.A., Rind, D., and Ruedy, R.A. 2010: Atmospheric CO_2 : Principal control knob governing Earth's temperature *Science*. 330: 356–359. DOI:10.1126/science.1190653.
- Santer B. D. et. al., 2007: Identification of human-induced changes in atmospheric moisture content. *PNAS* 2007 104(39) 15248–15253
- Schmidt, G.A., R. Ruedy, R.L. Miller, and A.A. Lacis, 2010: The attribution of the present-day total greenhouse effect. *J. Geophys. Res.* 115, D20106, DOI: 10.1029/2010JD014287.
- Wirth, E., 2001: Az üvegházi háború kezdete: i.sz. 2000. *Természet Világa* 132(10)
- Wirth, E., 2004: Veszélyes antropogén kölcsönhatás, vagy a legnagyobb átverés?, *Természet Világa* 135(11)
- Wirth, E., 2005: CO_2 -emission: global data hide real tendencies. *Kézirat*
- Wirth, E., 2006: Svante Arrhenius és a jégkorszakok. *Természet Világa* 137(12)

KÖNYVISMERTETŐ

WOLFGANG BEHRINGER: A KLÍMA KULTÚRTÖRTÉNETE – A JÉGKORSZAKTÓL A GLOBÁLIS FELMELEGEDÉSIG – CORVINA KIADÓ 2010

Fövényi Attila

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest Pf. 38, fovenyi.a@met.hu

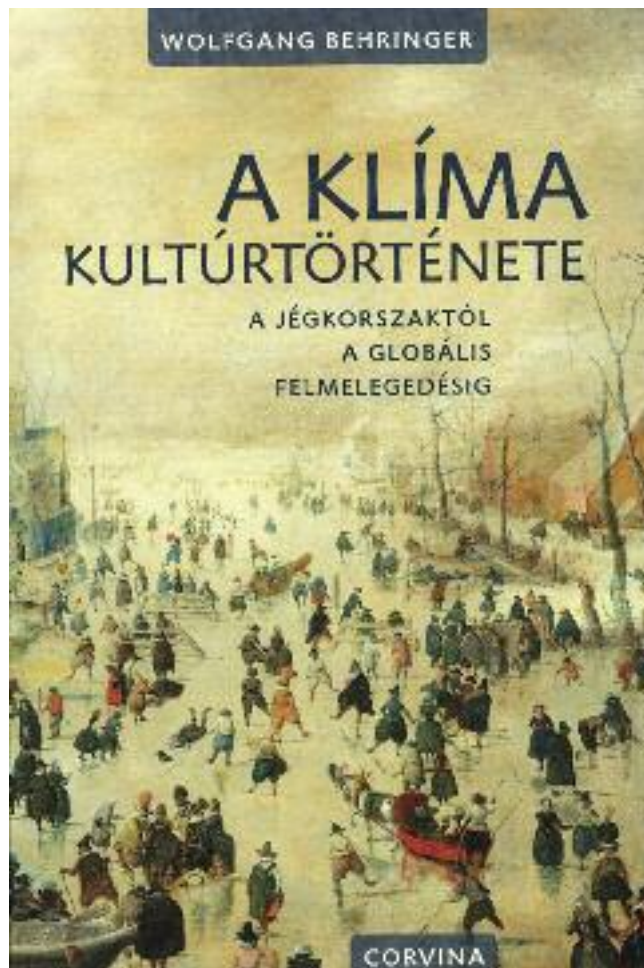
A szerző az IPCC 1990-es, a Föld éghajlatáról készített jelentés ismertetésével indítja művét, majd bemutatja a különböző adatok alapján (jégmagfúrás, oxigénizotóp módszer, dendokrinológia stb.) milyen volt a Föld hőmérséklete, éghajlata az elmúlt 4 milliárd év folyamán, különös tekintettel az utolsó 1 millió, valamint 10 ezer éves periódusra vonatkozóan. A szerző beszél a rekonstruált klímáról, nem rejtve véka alá a módszerek hibáit sem. Sajnos, s ez valószínűleg a fordító hibája, a millió és milliárd éves megjelölések időnként összekeverednek, sok esetben a milliárd év helyett millió szerepel a könyv elején és az utolsó fejezetben is.

A következő rész ismerteti, hogy milyen klimatikus viszonyok vezettek oda, hogy az ember fejlődése elvált a majmokétól, s hogy végül kifejlődött a jelenlegi Homo sapiens sapiens faj. Külön említést tesz a Toba szupervulkán 70 ezer évvel ezelőtti kitöréséről, ami majdnem kipusztította fajunkat, de végül felgyorsította fejlődésünket.

A szerző bemutatja, hogy az ókori meleg periódusok hogyan vezettek az egyiptomi, a kínai, az indiai, a mezopotámiai folyamvölgyi kultúrák kifejlődéséhez, a bronz-, illetve vasszerszámok felfedezéséhez, illetve a Szahara kiszáradása hogyan okozta az egyiptomi birodalom összeomlását, majd újjáalakulását. Hosszabban foglalkozik a Római Birodalom történetével, elsősorban felvirágzásának klimatikus okaival. Bár szerinte a Római Birodalom bukásának belső okai voltak, de azért érdemesnek tartja megemlíteni, hogy Kr. u. 250. után a lehűlés, a gyakori rossz gabonatermés növelte a lázadások és a császárgyilkosságok számát, valamint a kínaiak által nyugat felé terelt hunok is nagyban hozzájárultak a birodalom bukásához.

Szerinte a nyolcadik századtól kezdődő felmelegedés következménye a vikingek kora, Grönland benépesülése, s ekkor érte el fénykorát a maja civilizáció Amerikában.

Az ezután következő kis jégkorszakról ír leghosszabban a szerző. Hosszan értekezik az ennek kö-



vetkeztében a mezőgazdaságban, a társadalomban, az építészetben (jól szigetelt kőházak, cserépkályhával fűthető szobák, fapadló a kőpadló helyett), a ruházatkodásban (alsónemű, prémmel bélelt télikabát, paplan stb.), az irodalomban, a festészetben (téli tájképek, viharokról szóló képek), a vallásban (boszorkányüldözés, reformáció) létrejövő változásokról, amik végül az ipar és a modern társadalom kialakulásához vezettek. Beszámol a vikingek kihalásáról Grönlandon, hogy milyen drasztikusan csökkent a népesség a középkorban Izlandon, Skandináviában és Nyugat-Európában. Ismerteti az éghajlatváltozás miatt egyre gyakrabban fellépő éhínséget, és az ezeket követő pestis- és kolerajárványokat. A korabeli krónikákból kiderül, hogy az időszak elején az emberek ellenálló képessége még nagyobb volt, ezért a pestis csak 10% körüli halálozást okozott, de a későbbiekben már 30–60% közötti volt a mortalitás. Bár a szerző nem szól róla, de ezekkel az adatokkal lényegében cáfolja a mostanában elterjedt új elméletet, mely szerint a pestis miatt kipusztult a népesség, emiatt megnőtt az erdőterület, emiatt csökkent a szén-dioxid a légkörben, és ezért lett a kis jégkorszak. Érdekes megemlíteni, hogy a szerző részletesen taglalja az 1300–1900 közötti nagy vulkánkitöréseket (Laki, Tambora, Krakatau stb.), amelyeket a kis jégkorszak leghidegebb éveit követték. A könyvben szereplő példák legnagyobb része Angliára, Franciaországra és a német területekre (Németalföld, Németország, Ausztria, Csehország) vonatkozik, Európa más területeiről, és főként az Európán kívüli világból csak kevés adatot ismertet a szerző.

A könyv írója szerint bár a kis jégkorszak még a 19. században is tartott, de amiatt, hogy a gyarmatokról élelmiszert is lehetett importálni, az éhínség megszűnt Európában, a népesség gyors növekedésnek indult. Az újonnan kifejlesztett gépeknek köszönhetően megindult a szabványosítás, és a mai meteorológusok számára érdekes szén-dioxid-kibocsátás is gyorsan növekedni kezdett.

A könyv utolsó negyedében *Behringer* ismerteti a légkör összetételének ember által okozott változásait, amelyeket az iparban, a mezőgazdaságban és a társadalomban fellépő új hatások, változások generáltak, okoznak. Részletesen ismerteti, hogy a 60-as években elterjedt *globális lehűlés elmélete* hogyan változott át *globális felmelegedési elméletté* az utóbbi 30 évben. Beszél az ezek kontrollálására kialakított technokrata verziókról: a lehűlést úgy akarták megakadályozni, hogy fekete fóliával vonják be Grönlandot, hidrogénbombákkal elolvasztják a Jeges-tengeren a jeget. A felmelegedés ellen pedig a sztratoszférába szulfátot juttatnának, amire elég lenne az éves földi szulfátkibocsátás 10%-át felhasználni, vagy a légkörből kivont szén-dioxidot a tenger alá visszapumpálni. Természetesen ezeket az elmé-

leteket eddig hála Istennek még nem vetették be, de érdemes tudni róla, hogy ilyenekre is gondoltak a hadseregnél és másutt. Részletesen taglalja az IPCC 2001-es és 2007-es jelentését, megmutatja a kettő közötti különbségeket, hogy hogyan módosult az előrejelzés bennük. Ismerteti a különböző lehetséges szén-dioxid-kibocsátási verziókat, hogy ezek hatására hogyan változna az éghajlat. A különböző verziókkal kapcsolatban megfogalmazza kételyeit is, hiszen a mainál melegebb ókori és középkori időszakokban a mainál nedvesebb volt a mediterrán térségben a klíma, a modellek pedig most sivatagosodást adnak arra a területre. A szerző ír az elmúlt 30 évben az állatok, növények elterjedésében, viselkedésében világszerte bekövetkező változásokról is, amelyek elsősorban a repülni és úszni tudó élőlények, illetve a melegigényes természetű növények esetében jelentős.

Az epilógusban arra biztat minket, hogy nem kell félni az éghajlat változásától, hiszen ami az egyik helyen rossz, az másutt jó lehet – múltbeli példákból okulva, bár az alkalmazkodni képtelen vikingek 1350–1440 között kihaltak Grönlandon, de a hideghez való alkalmazkodásra képes inuitok (eszkimók) a helyükre tudtak lépni. Itáliában és Franciaországban ebben az időben indult gyors fejlődésnek a reneszánsz. A végszó rövid és optimista. „*A világ nem fog összedőlni. Ha melegebb lesz – alkalmazkodni fogunk hozzá.* Emlékezzünk csak a klasszikus latin bölcsességre: *Tempora mutantur, et nos mutamur in illis.* – Változnak az idők, és velük együtt mi is.”

Összességében a könyv rendkívül sok szakterületről (meteorológia, geológia, orvostudomány, különböző társadalomtudományok, műszaki tudományok stb.) ad információt, vizsgálja ezek kapcsolatát (a 282 oldalas könyvnek 38 oldalnyi az irodalomjegyzéke), bemutatja az ellentétes álláspontokat, anélkül hogy egyértelműen elkötelezné magát valamelyik mellett. Viszonylag tág teret hagy annak, hogy az ember maga dönthesse el, hogy az ismert tényeket elfogadja vagy sem. A könyvnek talán egyetlen hibája, hogy nagyon Nyugat-Európa központú, az ezen kívüli területekről csak kevés információt közöl, holott Oroszország, a Mongol Birodalom, Kína, az Arab Birodalom, Törökország is nagy hatással volt a kultúrára, akárcsak India népei vagy az amerikai indián civilizációk lakosai.

A könyvet élvezettel forgathatják a kultúra fejlődése iránt érdeklődő meteorológusok, bár elsősorban nem nekik szól a könyv, és esetleg a Réthly Antal által összegyűjtött kárpát-medencei és közép-európai feljegyzéseket is érdemes lenne hasonló módon fel dolgozni. Végezetül elgondolkozhatunk azon, hogy létrejött-e volna az értelmes ember, ha nincsenek éghajlatváltozások az elmúlt 5 millió évben, amióta elvált a hominidák fejlődése a majmaktól.

AZ AGROMETEOROLÓGIA-OKTATÁS HELYZETE

(A 2009/2010-es tanévben végzett kérdőíves felmérés tanulságai)

THE STATE OF EDUCATION IN AGROMETEOROLOGY

(Results of a list of queries in agrometeorology in the academic year of 2009/2010)

Anda Angéla

Pannon Egyetem Georgikon Kar, Meteorológia és Vízgazdálkodási Tanszék, Keszthely Pf. 71
anda-a@georgikon.hu

Összefoglalás. Az oktatás gyökeres átalakítását követően vizsgáltuk az agrometeorológia oktatásának helyzetét 2009/2010-ben, kérdőíves felmérés segítségével. Alapként a 2009-es évet megelőző 5 év adatait választottuk (Anda 2009). Az elemzés kiterjedt az oktatásban résztvevők személyére és teljesítményére is. A doktorképzésben a jövő zálogát látjuk, melynek fontosságát ismételtelen kiemeljük.

Abstract The state of renewed education system including agrometeorology was studied during the academic year of 2009/2010 using a questionnaire (Anda 2009). We focused on the curricula before and after “Bologna process”. The study contains information on lecturer’s performance as well. The PhD student training was taken into account as a token of the discipline’s future.

A szakterület helyzete, problémái. Az agrometeorológia tárgyköre rendkívül széles, s valószínűleg egy mondatban csak nehezen definiálható. A WMO 1974-es kiadványa szerint az agrometeorológia a szokásos időjárás hatás elemzésén túl kiterjedhet a mesterséges környezetmódosításra, pl. öntözés, fagy-

védelem, talajművelés, az ember által alakított belső terek sajátos meteorológiai elem-alakulásának elemzésére, pl. istállók, üvegházak, gazdasági épületek, valamint a terményszállítás meteorológiai feltételeinek meghatározására is (Varga–Haszonits 1977). Sokrétűsége miatt az ismeretanyag átadása nem je-

1. táblázat. A felmérésben résztvevő agrometeorológiát oktató intézmények neve az érintett karokkal. A nevek a 2009-es állapotot tükrözik.

Felsőoktatási intézmény Kar, Székhely	Agrometeorológiát gondozó szervezeti egység	Kérdőívre válaszolt	Tantárgyi program
Budapesti Corvinus Egyetem (BCE), Kertészmérnöki Kar, Budapest	Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék	igen	igen
Debreceni Egyetem (DE),	Debrecen Agrárműszaki Tanszék	igen	igen
Eötvös Loránd Tud. Egyetem (ELTE), Természettudományi Kar,	Budapest Meteorológiai Tanszék	igen	nem
Kaposvári Egyetem (KE- ÁK), Állattudományi Kar,	Kaposvár Növénytan és Növénytermesztési Tanszék	igen	nem
Kecskeméti Főiskola (KF), Kertészeti Főiskolai Kar,	Kecskemét Gyümölcs- és Szőlőtermesztési Intézet	igen	nem
Nyugat-magyarországi Egyetem (NYME), Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Kar,	Mosonmagyaróvár Matematika Fizika Tanszék	igen	igen
Nyugat-magyarországi Egyetem (NYME), Erdőmérnöki Kar,	Sopron Ökológiai és Genetika Tanszék	igen	igen
Pannon Egyetem (PE GMK), Georgikon Kar,	Keszthely Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék	igen	igen
Szegedi Tudományegyetem (SZTE), Mezőgazdasági Főiskolai Kar,	Hódmezővásárhely Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet	igen	nem
Szent István Egyetem (SZIE), Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar,	Gödöllő Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék	igen	igen
Szent István Egyetem (SZIE), Víz- és Környezetgazdálkodási Kar,	Szarvas Műszaki és Vízgazdálkodási Intézet	igen	igen
Összesen 11 intézmény		11 igen	7 igen

2. táblázat. Agrometeorológia oktatása képzési szintenként (FSZ: felsőfokú szakképzés; BSc: alapszak; MSc: mesterszak; PhD: doktorképzés).

Intézmény neve	FSZ	BSc	MSc	PhD
Budapesti Corvinus Egyetem		x		
DE MTK, Debrecen		x		x
ELTE TTK		x	x	x
Kaposvári Egyetem		x		
Kecskeméti Főiskola KFK		x		
NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron		x		
NYME MÉK, Mosonmagyaróvár		x		x
PE GK, Keszthely	x	x	x	x
SZTE Mg. FK, Hódmezővásárhely	x			
SZIE GTK, Gödöllő		x	x	
SZIE VKK, Szarvas	x	x		

lent könnyű feladatot (Anda 2010, Anda és Gelencsér 2010) különösen azért, mert a tárgy óraszama szinte valamennyi felsőoktatási intézményünkben meglehetősen alacsony.

Egy adott szakterület oktatása és kutatása között a kapcsolat szoros és közvetlen, bármelyik tárgyalása feltételezi a másik terület alapos ismeretét. Hazánkban a kutatásra fordított összeg hosszú ideje közismerten nem magas. Addig, amíg az EU tagállamaiban a GDP 1,5%-át fordítják kutatási-fejlesztési feladatokra, ez az érték nálunk jóval szerényebb, mindössze 0,8–0,9%. A K+F feladatokra allokkált forráson belül meglehetősen alulrepresentált az agrometeorológiai kutatásokra fordított keret. Az alacsony részesedést az ágazat, a mezőgazdaság sajátos helyzete is magyarázza. Magyarországon döntően alapanyagot állítunk elő, kevés többletértéket adva a végtermékhez; a piacra szánt termékeknel a feldolgozottság színvonala alacsony. Erre jó példa, hogy búzával és kukoricával jelenünk meg a piacon ahelyett, hogy téstát készítenénk a kiváló minőségű gabonából. Ha ezt meg tudnánk oldani, a termékekből befolyt összeg is jelentősen emelkedhetne. Nem jelent pozitívumot a nagyobb méretű hazai cégek hiánya sem, melyek magukénak éreznék a kutatást-fejlesztést olyanra, hogy hajlandók lennének annak finanszírozásához is hozzájárulni. Ezzel körvonalazható a szakterület kutatásra fordítható forráshiányának két oldala, az állami hozzájárulás és a nemzeti magáncégek hozzájárulásának szűkössége. Ezt tartósan egyetlen diszciplína, így az agrometeorológia sem képes sérülés nélkül elviselni.

A II. világháború után a cél a kutatóhálózatok – köztük az agrárterületé is – kiépítése volt. Kezdetben úgy tűnt, hogy jól működnek az ország különböző részein elindított kutatóintézetek, kielégítve a helyi területi igényeket (Szeged, Martonvásár, Sopronhorpács stb.). Az intézményhálózat összefogója a

mindenkori földművelési tárca volt. Az időnként eltérő elnevezéssel rendelkező Földművelési Minisztérium feladat- és hatásköre jelentősen sérült, amikor az agrár-felsőoktatást a közoktatáshoz csatolták, s inentől kezdve az agrártámogatásokért már nem érzett akkora felelősséget, mint korábban. Az oktatási tárca átvette az agrár-felsőoktatást, de a kutatási háttérrel nem biztosította mellé. Közismert, hogy az agrárkutatások hosszadalmasak és pénzigényesek, drága „alapanyaggal” dolgoznak, pl. nagyobb méretű állatok, mint a szarvasmarha. Az egyetemek a „gyakorlati háttér”, a tangazdaságok fenntartásához csak minimális összegű támogatást kaptak, mely beszűkítette az ott folyó oktatási és kutatási feltételeket egyaránt. Napjainkban valami elindult az agrárképzéssel is foglalkozó intézményekben, főképpen az egyetemekenél érhető tetten a törekvés nemzetközileg is elismert „kutató egyetemmé” válásra. A kiválósági cím azonban az integrált, agrárkarokat is tartalmazó teljes intézmény számára lett „kitalálva”, s kérdéses, hogy a „drága” mezőgazdasági szakemberképzést az anyaintézmény a többi olcsóbb kar mellett mennyire tolerálja.

Az agrárkutatások agrometeorológiai vonatkozású témáiban a rendszerváltás előtt kiemelkedő szerepű volt az Országos Meteorológiai Szolgálat, mely hatékony agrometeorológiai állomáshálózatot épített ki és működtetett eredményesen a múlt század közepe táján (Szarvas, Kecskemét, Debrecen, Keszthely stb.). A hálózat felszereltsége és szakember ellátottsága biztosította a magas színvonalú kutatás és szakemberképzés feltételeit. Az eredményességükről számtalan lezárt kutatási pályázat és publikáció árulkodik. Ez a hálózat szakaszosan leépült, s a teljes feladatkört nem tudta teljesen átvenni egyetlen utódintézmény sem. Az OMSZ-on belül nincs önálló osztály, mely az agrometeorológia kérdésköreivel foglalkozna. Rendkívül komoly gondot jelent a csonkán megmaradt, s működni próbáló létesítményekben a meteorológiai adatok hozzáférhetősége. Az adatok ára sok kutatót viszsztatart azok hivatalos megvásárlásától, s vagy ügyeskedéssel próbálja pótolni, vagy legrosszabb esetben egyáltalán nem használja azokat.

Az agrometeorológia oktatásának áttekintésére vállalkozott az MTA Meteorológiai Szakbizottságának Agrometeorológiai Munkabizottsága, érezvén a diszciplína súlyos gondjait. A felsőoktatási intézményekben a „bolognai átalakítás” 2009-re, a vizsgálat kezdetére már visszafordíthatatlannak látszóan elindult, s némi tapasztalat is összegyűlt az új típusú képzéssel kapcsolatosan. A feldolgozás célja a diszciplína oktatási helyzetének aktuális áttekintése volt, az agrár-felsőoktatást végző hazai karokon. 2009-re Magyarországon agrár-felsőoktatást végző szak egyetem nem maradt, csak integrálódott intézmények egy-egy karaként működtek a korábbi agráregyetemek, főiskolák.

3. táblázat. Az agrometeorológiai ismeretanyag oktatása, tantárgynevek, a heti óraszám és az érintett hallgatói létszám a nappali tagozaton. (AM: agrármérnök)

Intézmény/ Szak neve	Tantárgy neve	Heti óraszám	Hallgatói létszám
<i>NAPPALI BSc</i>			
Budapesti Corvinus Egyetem			
Kertészmérnök	<i>Agrometeorológia és vízgazdálkodás</i>	2+2	161
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia és vízgazdálkodás</i>	2+1	102
DE MTK Debrecen			
Földtudományi	<i>Agroklimatológia</i>	2+1	25
Kertészmérnök	<i>Kertészeti meteorológia</i>	2+1	25
Mezőgazdasági mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	11
Növénytermesztő mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	12
ELTE TTK			
Földtudomány	<i>Felszín-légkör kölcsönhatás</i>	2+2	20
Földtudomány	<i>Agroklimatológia</i>	2+0	20
Kaposvári Egyetem			
Mezőgazdasági mérnök	<i>Agrometeorológia és vízgazdálkodás</i>	2+1	15
Kecskeméti Főiskola KFK			
Gazdasági és Vidékfejlesztési AM	<i>Agrometeorológia</i>	0+1	30
Kertészmérnök	<i>Agrometeorológia és vízgazdálkodás</i>	1+0,5	50
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia</i>	0+2	40
NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron			
Erdőmérnöki	<i>Éghajlatlan</i>	2+2	80
Erdőmérnöki	<i>Erdészeti klimatológiai módszerei</i>	2+2	40
Természetvédelmi mérnöki	<i>Termőhely-ismerettan</i>	1,5+1	40
Vadgazda	<i>Termőhely-ismerettan</i>	1,5+1	50
NYME MÉK M.óvár			
Környezetgazdálkodási AM	<i>Környezettechnika</i>	2/félév	15
Környezetgazdálkodási AM	<i>Környezetfizika</i>	2/félév	15
Mezőgazdasági mérnök	<i>Agrometeorológia és vízgazdálkodástan</i>	1+1	25
Növénytermesztő mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	
PE GK Keszthely			
Gazdasági és Vidékfejlesztési AM	<i>Az agrártermelés természeti erőforrásai</i>	1+0,5	25
Kertészmérnök	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	19
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	21
Mezőgazdasági mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	11
Növénytermesztő mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	12
SZTE Mg. Főisk. Kar, Hódmezővásárhely			
Mezőgazdasági mérnöki	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	42
SZIE GTK Gödöllő			
Informatikai és szakig.-i mérnök	<i>Agrártermelés természettudományi alapjai</i>	4+4	14
Kertészmérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	33
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	58
Mezőgazdasági mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	30
Természetvédelmi mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	65
Vidékfejlesztési AM	<i>Agrártermelés természettudományi alapjai</i>	4+4	27
SZIE VKK Szarvas			
Mezőgazdasági mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	15

A vizsgálati eljárás. 2009 tavaszán kérdőívet állítottunk össze, mellyel az érintett karokat szólítottuk meg kétszeresen; egyrészt az agrometeorológiát oktató kollégákat, másrészt az oktatási dékánhelyetteseket, dékánokat. A kérdőív részletes információért az agrometeorológia oktatásának jelenlegi és az

azt 5 évvel megelőző időszakáról. A kérdéseket úgy állítottuk össze, hogy az a teljes oktatást lefedje, az oktatók személyétől a jegyzet használaton át a doktorképzésig bezárólag. Voltak olyan kérdések is, melyekre csak kevesen válaszoltak, pl. diplomadolgozatok címe, ezeket kihagytuk az értékelésből. Az el-

4. táblázat. Az agrometeorológiai ismeretanyag oktatása, tantárgynevek, a heti óraszám és az érintett hallgatói létszám a levelező tagozaton. Az AM rövidítés az agrármérnökre vonatkozik

Szak neve	Tantárgy neve	Félévi óraszám	Hallgatói létszám
LEVELEZŐ			
Budapesti Corvinus Egyetem			
Kertészmérnök	Agrometeorológia és vízgazdálkodás	20	54
Kaposvári Egyetem			
Mezőgazdasági mérnök	Agrometeorológia és vízgazdálkodás	12	15
Kecskeméti Főiskola, KFK			
Gazdasági és Vidékfejlesztési AM	Agrometeorológia	8	30
Kertészmérnök	Agrometeorológia és vízgazdálkodás	4	80
Környezetgazdálkodási AM	Agrometeorológia	12	45
NYME MÉK Mosonmagyaróvár			
Mezőgazdasági mérnök	Agrometeorológia és vízgazdálkodás	14	18
Növénytermesztő mérnök	Agrometeorológia	14	
PE GK Keszthely			
Kertészmérnök	Agrometeorológia	10	30
Környezetgazdálkodási AM	Agrometeorológia	12	10
Szegedi TE Mg. Főiskolai Kar			
Hódmezővásárhely			
Mezőgazdasági mérnök	Agrometeorológia	8	28
Mezőgazdasági mérnök	Agrometeorológia	8	7 (távoktatás)
SZIE GTK Gödöllő			
Kertészmérnök	Agrometeorológia	16	21
Környezetgazdálkodási AM	Agrometeorológia	16	18
Mezőgazdasági mérnök	Agrometeorológia	16	20
Természetvédelmi mérnök	Agrometeorológia	16	49
Vidékfejlesztési AM	Agrártermelés		
	természettudományos alapjai II.	8	21

5. táblázat. A 2009-ben folyó felsőfokú szakképzések és a mesterszakok intézményenként hallgatói létszámokkal és óraszámokkal

Szak neve, oktatás helye	Tantárgy neve	Heti/félévi óraszám	Hallgatói létszám
<i>FSZ (NAPPALI ÉS LEVELEZŐ)</i>			
PE GK Keszthely (N)			
Gyógy- és fűszernövény-termesztés	Vízgazdálkodás (fele agrometeorológia)	1+0	21
SZIE VKK Szarvas (N)			
Gyógy- és fűszernövény-termesztés	Agrometeorológia és vízgazdálkodás	10	5
PE GK Keszthely (MSc)			
Környezetgazdálkodási AM	Talaj-növény-légkör rendszer modellezése	0+2	
SZIE GTK Gödöllő (MSc)			
Környezetmérnök	Agroklimatológia	2+0	

lentmondó, értelmezhetetlen válaszokat nem vettük figyelembe, azokat az értékelésből kihagytuk. A kérdőív 12 kérdést tartalmazott, melyet több intézménytől hiányosan kaptunk vissza. Ezek pótlására kísérletet tettünk, pl. telefonon történő adatkérés, elértő sikerrel.

Részt vevő intézmények. A kiküldött kérdőívünkre 11+2 intézményi kar válaszolt. Két intézményből kaptunk nemleges választ – jelenleg nincs agrome-

teológia oktatásuk –, melyből az egyikben nincs agrárképzés (Székesfehérvár, földmérő szak), a másikban agrárképzés van, de agrometeorológia-oktatás nélkül (Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös). A maradék 11 intézményi helyszínből mindössze kettő oktatási egység – lehet tanszék vagy intézet – viseli a nevében a meteorológia szót (1. táblázat). Ez az intézményi integráció és az 1993-as Felsőoktatási Törvény egyik „eredménye” lehet, mely során a tanszékeket összevonták, a kisebb egységeket megszüntet-

6. táblázat. A főiskolai szint óraszama és hallgatói létszáma 2009 előtt

Szak neve, oktatás helye	Tantárgy neve	Heti óraszám	Hallgatói létszám
<i>NAPPALI, osztatlan képzés</i>			
Budapesti Corvinus Egyetem			
Okleveles kertészmérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	100
DE MTK Debrecen			
Agrármérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	120
Kertészmérnök	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	80
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	60
ELTE TTK			
Földtudomány	<i>Agrometeorológia</i>	6+2	30
NYME MÉK Mosonmagyaróvár			
Agrármérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	35
Élelmiszerminőség biztosítási AM	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	35
Gazdasági AM	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	40
PE GK Keszthely			
Agrárkémikus AM	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	20
Agrármérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	35
Gazdasági AM	<i>Agrometeorológia</i>	1+0	40
Nővényorvos	<i>Agrometeorológia</i>	2+1	20
SZIE GTK Gödöllő			
Agrárközgazdász	<i>Agrometeorológia</i>	6+2	137
Agrármérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	115
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	90
Környezetmérnök	<i>Agrometeorológia</i>	2+0	44
SZIE VKK Szarvas			
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	200
Növénytermesztő mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	40
Meliorációs mérnök	<i>Agrometeorológia</i>	1+1	15

7. táblázat. Az agrometeorológia oktatásának intézményei, óraszama és az érintett hallgatói létszáma osztatlan képzésben, a nappali tagozaton. Az AM rövidítés továbbra is az agrármérnökre vonatkozik

Szak neve, intézmény neve	Tantárgy neve	Óra/ félév	Hallgatói létszám
<i>Osztatlan LEVELEZŐ tagozat</i>			
Budapesti CORVINUS Egyetem			
Kertészmérnök	<i>Agrometeorológia</i>	20	50
Kertészmérnöki kiegészítő	<i>Agrometeorológia</i>	20	50
NYME MÉK Mosonmagyaróvár			
Agrármérnök	<i>Agrometeorológia</i>	15	30
Agrármérnök kiegészítő	<i>Agrometeorológia</i>	15	30
Élelmiszer minőségbiztosítási AM	<i>Agrometeorológia</i>	15	15
Élelmiszer minőségbiztosítási AM kiegészítő	<i>Agrometeorológia</i>	15	30
PE GK Keszthely			
Gazdasági AM	<i>Agrometeorológia</i>	12	19
SZIE GTK Gödöllő			
Agrármérnök	<i>Agrometeorológia</i>	30	45
Környezetgazdálkodási AM	<i>Agrometeorológia</i>	16	33

ték. Hét intézmény tantárgyi programot is küldött, melyek részletessége meglehetősen szór a kért fél oldalas anyagtól a 7-8 oldalas kifejtésig. Egyöntetűség annyiban látszik, hogy vannak olyan szakterületek,

melyek több intézmény tantárgyi programjában is visszaköszönek. Az egyetemek oktatásában a tantárgyi programok terén az intézményi autonómia bizonyosan működik. A rövidebb változatú tantárgyi

programokból példaképpen a Nyugat-magyarországi Egyetem Mosonmagyaróvári Karának agrometeorológiára meghatározott tantárgyi programját közzöljük. Az anyagot Varga Zoltánnak köszönhetjük.

Az Agrometeorológia, illetve az Agrometeorológia és vízgazdálkodástan agrometeorológiai részének tantárgyi programja (NYME-MÉK Mosonmagyaróvár)

Az előadások témakörei:

1. A légkör s a benne lejátszódó folyamatok alapfogalmai és fizikai alapjai. E folyamatok befolyása a mezőgazdasági termelésre, valamint a mezőgazdasági termelés befolyása a légköri folyamatokra. Áttekintjük, hogy mivel foglalkozik az agrometeorológia, s hogyan oldja meg a feladatait.
2. A meteorológiai viszonyok mint a termőhely legváltozékonyabb elemei az agroökoszisztémában. Az egyes növényt érő közvetlen meteorológiai hatások. A légkört alkotó gázok, a napsugárzás, a talaj-, lég- és növényhőmérséklet, valamint a légköri és talajnedvesség különböző formáinak szerepe a növények életében. A meteorológiai tényezők együttes befolyása a növények fejlődésére, a növekedésre és a szervesanyag-termelésre.
3. A meteorológiai viszonyok és a talajművelés kapcsolata. A meteorológia tényezők szerepe a tápanyag-utánpótlás hatékonyságának alakulásában. Az időjárás hatása a betegségek és a kórokozók fellépésére és terjedésére.
4. A sugárzás, a hőmérséklet, a csapadék és a párolgás eloszlása a Földön, s kapcsolatuk a talajok és a növénytakaró földrajzi eloszlásával. A Föld éghajlati típusainak eloszlása (Péczely 1979) és jellegzetes mezőgazdasági növényeiknek ismertetése. A sugárzás, a hőmérséklet, a nedvesség és a szél éghajlati jellemzőinek idő- és térbeli változása hazánk területén, s hatásuk a mezőgazdasági termelésre. A mezőgazdaságra káros meteorológiai jelenségek fellépése és kártétele. Éghajlati potenciál. Éghajlati körzetek.
5. A növények és a meteorológiai tényezők közötti kapcsolat modellezésének alapjai. A szántóföldi növények közül az őszi búza, a kukorica és a cukorrépa, a kertészeti növények közül pedig a borsó, a szőlő és az alma vegetációs periódusa alatti sugárzási, hőmérsékleti és nedvességi hatások elemzése, beleértve az extrém hatásokat (áttelelés, fagy, aszály stb.) és a közvetett hatásokat is.

A gyakorlatok témakörei:

1. A meteorológiai és fenológiai megfigyelések szabályai. A műszerek és kezelésük megismerése. A meteorológiai főállomás helyszíni tanulmányozása.
2. A vetési hőmérséklet bekövetkezésének, a hőmérsékletileg lehetséges vegetációs periódusnak, a tavaszi vetési időszak hosszának meghatározása.

- A mikrokörnyezet hőmérsékleti viszonyainak befolyásolási lehetőségei, helyi fagyelőrejelzés. Az aktív és passzív fagyvédekezés módszerei. A talajhőmérsékleti viszonyok befolyásolási lehetőségei.
3. A különböző sugárzási jellemző értékek meghatározása. A növények által hasznosított sugárzási energia mennyiségének számítása. A sugárzási viszonyok jobb kihasználásának lehetőségei.
 4. A különböző nedvességi jellemző értékek számítása. A száraz és nedves időszakok hosszának meghatározása. A talaj vízháztartási viszonyainak elemzése a talaj művelhetőségének, valamint a szükséges öntözővíz mennyiségének meghatározása céljából. A talaj nedvességtartalmának befolyásolási lehetőségei.
 5. A növények fejlődési ütemének folyamatos számítása meteorológiai adatok alapján. A meteorológiai tényezők terméshozamra gyakorolt hatásának meghatározása, beleértve a káros hatásokat is.

A bolognai átalakulást követő oktatási struktúra

képzési szintekre meghatározva. Az agrometeorológia oktatása a bolognai átalakításból született négy képzési szinten valósul meg (2. táblázat). Az alapszakokra a beiskolázások már megtörténtek, s minden agrár-felsőoktatásra felkészült intézmény el is indította az oktatását. Ide tartoznak a mezőgazdasági mérnöki, növénytermesztő mérnöki, kertészmérnöki, erdőmérnöki, környezetgazdálkodási agrármérnöki, természetvédelmi mérnöki, vidékfejlesztési mérnöki stb. alapszakok. Az FSZ képzés is bármely intézmény számára elérhető, de a nem felsőfokú végzettséget adó képzés az intézmények többsége számára nem vonzó. Pedig a létszámbővítés egyetlen hivatalos lehetőségét rejti az FSZ, mellyel még sokan nem éltek, de várhatóan a létszámgondok miatt élni fognak. Az MSc képzési szint több karról még hiányzik, mert ezen szakok akkreditációja 2009-ben volt folyamatban. Ez a magasabb finanszírozású szint a kutatóegyetemeknek különösen fontos, mert innét kerülnek ki a doktoranduszok. A vizsgált időszakban a doktori iskola megléte volt az egyetemi képzés feltétele (még mindig az, de ismeretes, hogy új felsőoktatási törvény van készülöben...). A 2. táblázat sok keresztje megnyugtató, s azt jelenti, hogy a korábbi agrometeorológiai oktatást végző intézmények mindent elkövettek az agrometeorológiai vonatkozású képzések, s benne a doktorképzés lehetőségének hosszú távú fenntartásáért.

Több intézményben változott az agrometeorológia ismereteit tartalmazó tantárgy neve is (3. táblázat). Ennek több magyarázata lehetséges. Az egyik legkézenfekvőbb ok a megújult képesítési követelmények (KKK) kötelezően előírt szakterületi sajátosságokat is magában foglaló tartalma, de néhány helyen az egzisztenciális kérdések, erőviszonyok is

8. táblázat. Az agrometeorológia oktatásának intézményei, óraszama és az érintett hallgatói létszáma osztatlan képzésben, a levelező tagozaton (AM: agrármérnök).

Szak neve	Tantárgy neve	Heti óraszám	félévi óraszám	Hallgatói létszám	Ebből nappali levelező
FŐISKOLAI SZINTŰ KÉPZÉS					
Budapesti Corvinus Egyetem					
Kertészmérnök (levelező)	Agrometeorológia		24	50	50
Kertészmérnök (nappali)	Agrometeorológia	2+1		100	100
Kecskeméti Főiskola KFK					
Kertészmérnök	Agrometeorológia	2+0		100	100
PE GK Keszthely (N)					
Kertészmérnök (levelező)	Agrometeorológia		12	20	20
Kertészmérnök (nappali)	Agrometeorológia	2+1	35	35	
Szegedi TE Mg. Főiskolai Kar, Hódmezővásárhely					
Mezőgazdasági mérnök	Agrometeorológia		0,5	60	60
SZIE VKK Szarvas (N)					
Környezetgazdálkodási AM	Agrometeorológia	1+1		200	200
Meliorációs mérnök	Agrometeorológia	1+1		15	
Növénytermesztő mérnök	Agrometeorológia	1+1		45	

befolyásolhatták a tárgy nevét. A KKK sajátossága, hogy csak a szakterületet átadó tantárgy címét kéri számon, s annak tartalmi egyeztetésével már nem foglalkozik. Csak a bíráló az, aki az 5 soros (!) tantárgyi program alapján a hiányosságokról visszajelzést küldhet a benyújtóknak. Kevesen veszik a fáradságot ennek a megtételére.

A hagyományos agrometeorológia tárgynév nem minden intézményben maradt meg. Nagyobb problémát jelent az, ahol „összeházasították” az agrometeorológia ismeretanyagát más szakterületekkel, pl. többször a vízgazdálkodással. Ez sajnálatosan az óraszámcsökkentés egyik legelterjedtebb eljárása. Ez azonban még mindig jobb, mint amikor a *diszciplína* teljesen eltűnik a tárgy nevéből (pl. Agrártermelés természettudományi alapjai). Elég hozzá egy résztvevő oktató intézményi kilépése, mely után már csak egyetlen lépés választhatja el a szakterületet a tantervből való teljes eltüntetésétől. Az agrometeorológia és névazonos tárgyainak heti átlagos óraszama 2009-ben nappali tagozaton 2 óra/hét volt. Ez széles határok közt változott; a legalacsonyabb 0,1 óra/hét-től a legnagyobb heti terhelésű 4 óráig. Ehhez hasonlóan szór az egyes szakok hallgatóinak létszáma is. A legnépesebb szakon 161 hallgató vett részt egyidejűleg az órákon (Budapesti Corvinus Egyetem), míg a legkisebb hallgatói létszám egy adott szakon 11 fő volt (Pannon Egyetem GK). A vizsgált időszakban 1148 hallgató részesült valamilyen címszó alatt agrometeorológiai oktatásban a nappali tagozaton.

A levelező tagozaton az érintett létszám jóval alacsonyabb, mindössze 439 fő, 10–80 fő közötti a szélsőértékekkel (4. táblázat). A 11 intézményből

mindössze hét vállalkozott a 2009/2010-es tanévben erre az oktatási formára. Ez a jövőben valószínűleg emelkedni fog. A levelező tagozaton az óraszám átlaga 20 óra/félév. A legalacsonyabb óraszám 4 óra/félév, a legmagasabb 28 óra/félév. A tantárgy elnevezések természetesen egyeznek a nappali tagozaton bemutatottakkal (KKK miatt). A levelező tagozat óraszama a nappali tagozat óraszámának a harmada, mely után ugyanazt az ismeretanyagot kell számon kérni a hallgatóktól, mint a nappali tagozaton képzettektől.

A 2009-re már jól kiépített alapszakok mellett sok intézményben még újként szereplő FSZ-eket és az éppen többségében akkreditáció alatti MSc-eket az 5. táblázat tartalmazza. Ahol még nem került feltüntetésre hallgatói létszám, ott az akkreditáció már sikeresen megtörtént, de még nem indult el a szak. A mesterszakok kiépítése még messze van a teljéstől. Ezek csak előjelek, hogy mely intézményeknek különösen fontos az MSc elindítása (hagyományos egyetemek). A harc az intézmények között megkezdődött a BSc-s hallgatók 30%-áért, akik állami támogatással tanulhatnak tovább az alapszakokról.

A bolognai átalakítást megelőző időszak hallgatói létszamai, óraszámok. A következtetések levonása előtt érdemes áttekinteni az agrometeorológia oktatásának közelmúltját (6. táblázat), az osztatlan képzés állapotában szereplő óraszámokat és hallgatói létszámokat. Ebben az oktatási időszak hossza egyetemi képzésnél még 5 év, főiskolai szinten 3 év. A kép egyértelműen letisztultabb állapotot tükröz, mint a bolognai átalakítás utáni állapot.

9. táblázat. Az agrometeorológia oktatói

Intézmény	Név	Fokozat	Kor
Budapesti Corvinus Egyetem			
belső	dr. Tőkei László egyetemi docens	<i>CSc</i>	56
belső	dr. Jung András egyetemi tanársegéd	<i>PhD</i>	33
belső	Juhász Ágota		26
külső	dr. Dunkel Zoltán egyetemi magántanár	<i>dr. habil.</i>	60
DE MTK Debrecen			
belső	dr. Szász Gábor professzor emeritus	<i>MTA doktora</i>	82
belső	dr. Lakatos László egyetemi docens	<i>PhD</i>	45
ELTE TTK			
belső	dr. Ács Ferenc egyetemi docens	<i>PhD</i>	54
Kaposvári Egyetem			
belső	dr. Pozsgai Jenő egyetemi docens	<i>CSc</i>	60
Kecskeméti Főiskola KFK			
belső	dr. Szőke Lajos főiskolai tanár	<i>CSc</i>	63
NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron			
belső	dr. Vig Péter egyetemi docens	<i>PhD</i>	61
NYME MÉK Mosonmagyaróvár			
belső	dr. Varga Zoltán egyetemi docens	<i>PhD</i>	37
belső	dr. Varga-Haszonits Zoltán professzor emeritus	<i>MTA doktora</i>	76
PE GK Keszthely			
belső	dr. Anda Angéla egyetemi tanár	<i>MTA doktora</i>	55
belső	dr. Kocsis Tímea egyetemi tanársegéd	<i>PhD</i>	29
Szegedi TE Mg. Főiskolai Kar, Hódmezővásárhely			
belső	dr. Molnár Imre főiskolai tanár	68	
SZIE GTK Gödöllő			
belső	dr. Nováky Béla egyetemi docens	<i>CSc</i>	67
belső	Loksa Gábor egyetemi tanársegéd	51	
külső	dr. Antal Emánuel c. egyetemi tanár	<i>CSc</i>	75
külső	dr. Szalai Sándor tudományos főmunkatárs	<i>CSc</i>	52
külső	dr. Tőkei László egyetemi docens	<i>CSc</i>	56
SZIE VKK Szarvas			
belső	dr. Gombos Béla főiskolai docens	<i>PhD</i>	38
Átlagos életkor			54

A táblázat számai kedvezőbbek, mint a bolognai megújítás utáni adatok. Az óraszámok heti átlaga egyvel magasabb (3), mint az átalakítás utáni középérték (2). Volt olyan intézmény (ELTE és SZIE), ahol osztatlan képzésben a heti óraszám 6+2 (előadás+gyakorlat) megoszlásban 8 volt! Az érintett hallgatói létszám is inkább a felsőoktatásban elvárható magasabb évfolyamlétszámokat tartalmazza, 1256 fő vett részt agrometeorológiai oktatásban. A legalacsonyabb évfolyamlétszám 15 fő, a legmagasabb évfolyamlétszám Szarvason 200 fő volt (környezetgazdálkodási agrármérnöki szakon). A 100 körüli szakonkénti létszám az osztatlan képzésben szinte sehol nem maradt. Az egyik ok az átalakított agrárszakterületi sajátosság, mely pont az ellenkező irányban haladt, mint azt az oktatási tárca az átalakításnál célul tűzte, nevezetesen az agrármérnöki szak „osz-

tódott”, s több utód-szakkal zárta a Bologna átalakítási folyamatot, mint amennyi a bemeneti szakaszban volt! Az elaprózottság kezelésével azóta is küzdenek az agrár-felsőoktatási intézmények.

A levelező képzésre vonatkozó adatokat a 7. táblázat tartalmazza. A félévi összes óraszám 12 és 30 között változik, átlagosan 17,5 óra/félév értékkel. A részt vevő hallgatók száma 302 fő volt.

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül a korábbi időszak főiskolai szintű képzéseit sem, mely további 625 főt jelent. Ebből a létszámból 495 nappali, 135 fő levelező tagozaton tanult (8. táblázat). A heti óraszám átlaga 2 volt, s a levelező képzésben 12 óra/félévvel számolhattunk, bár volt olyan intézmény, ahol ez 0,5 óra/félév terhelésnek felelt meg. Érdekes lenne megismerni, hogy vajon mi fér bele fél órás agrometeorológia tananyagba?

10. táblázat. Tananyagforrások intézményenként

Intézmény	Egyetemi, kari jegyzet	Szász-Tókei tankönyv	Péczy Éghajlat	Saját jegyzet	Egyéb
Budapesti Corvinus Egyetem	x	x		nincs	
DE-MTK, Debrecen				nincs	x
ELTE-TTK, Budapest	x			2007	
KE-ÁK, Kaposvár		x	x	nincs	
Kecskeméti Főiskola	x			2005	
NYME, Sopron	x	x		nincs	
NYME-MÉK, Mosonmagyaróvár	x	x		2006 (2 db)	
PE-GK	x			2006	
SZIE-MKK, Gödöllő	x	x		2007, 2005 (2 db)	
SZIE-VKK, Szarvas	x			2006	x
SZTE Mg. Főiskolai Kar, Hódmezővásárhely				nincs	ppt, CD-ROM

11. táblázat. Megvédett diploma- és szakdolgozatok a 2009-et megelőző 5 évben, intézményenkénti bontásban

Intézmény neve	Végzett doktorok az elmúlt 5 évben	PhD hallgatók	Tudományág
BCE	1 (2006)		Növénytermesztés és kertészeti tudományok
DE-MTK	1 (2009)		Növénytermesztés és kertészeti tudományok
ELTE-TTK	1 (2008)		Földtudomány
NYME-EK	–	2	
NYME-MÉK	–	1	Növénytermesztés és kertészeti tudományok
PE-GMK	4 (2005, 2006, 2007, 2008)		
SZIE-MKK	7 (2004, 2005, 2006 – 3, 2008, 2009 – 4)	4	Növénytermesztés és kertészeti tudományok (2), környezettudomány (5)

12. táblázat. A közelmúltban agrometeorológiai vonatkozású témában fokozatot szerzett doktorok és doktoranduszok intézményenként

Intézmény neve	Végzett doktorok az elmúlt 5 évben (évszámmal)	PhD hallgatók	Tudományág
ELTE-TTK	1 fő (2008)	nincs adat	Földtudomány
NYME-EK	–	2	nincs adat
NYME-MÉK	–	1	Növénytermesztés és kertészeti tudományok
BCE	1 fő (2006)	nincs adat	Növénytermesztés és kertészeti tudományok
PE-GMK	4 fő (2005, 2006, 2007, 2008)	4	Növénytermesztés és kertészeti tudományok, Környezettudomány
SZIE-MKK	7 fő (2004, 2005; 2006 – 3 fő, 2008, 2009 – 4 fő)	nincs adat	Növénytermesztés és kertészeti tudományok (2), Környezettudomány (5)
DE-MTK	1 fő (2008)	nincs adat	Növénytermesztés. és kertészeti tudományok

A jelen és a múlt összevetése nem zárul kedvező képpel. Sem a létszámadatok, sem az óraszám közelmúltbeli változásai nem voltak pozitív hatással a szakterületre. Ha ezt számokban akarjuk kifejezni, akkor 2009-ben 1587 fő (1148 nappali és 439 levelező tagozatos BSc hallgató) állt szemben a korábbi

2183 fővel (1256 egyetemi, 495 főiskolai nappali tagozatos; valamint 302 egyetemi és 130 fő főiskolai szintű, levelező tagozatos hallgató). A helyzet az óraszámokkal kapcsolatosan sem kedvezőbb, mind a nappali (heti 1 óra), mind a levelező tagozaton (5,5 óra/félév) csökkenés tapasztalható. A számok javításá-

ra elméletileg lenne lehetőség, bár a gyakorlatban ez intézményfüggő. A beinduló MSc-ken lehetne emelni az agrometeorológia óraszámát, bár ez azért kétséges, mert ha a KKK-ban nincs benne kötelező szakterületként (kevésbe került bele 2010 végéig), akkor az intézményeket semmi nem ösztönzi a szakterület oktatására. A tapasztalat az, hogy csak ott jelenik meg az agrometeorológia a tantervekben, ahol azt a KKK kötelezően előírja.

Az agrometeorológia oktatói. A szakterület jövője erősen függ az oktatói gárda minőségétől, pozíciójától. Az oktatási intézményekben a főfoglalkozású oktatókat belsőként, a meghívott óraadókat külsőként tüntettük fel (9. táblázat). A képzésekben résztvevő 20 oktató közül 15 „belső”, vagyis az egyetem vagy főiskola főállásban foglalkoztatott személye működik közre. Az oktatók átlagéletkora magas, 54,5 év, melyben a megoszlás széles sávot fed le, 26 és 82 év közöttiek a szakterületen előadók. A kor szerinti megoszlás nem a legkedvezőbb. Rendkívül alacsony a 40 év alattiak létszáma (mindössze 25%). A derékhad, a 40-60 év közöttiek 8-an vannak (40%), s meglehetősen magas a 60 éven felüliek aránya (35%). Az utánpótlás nevelése elsődleges feladatnak tűnik, ez lehet az agrometeorológia szakterület jövőjének egyik záloga. Azzal, hogy az OMSZ kivonult a diszciplína kutatásából, az egyetemeken kívül nem számíthatunk máshol utánpótlás-nevelésre.

Az oktatók minősítése megfelelő, alig van tudományos fokozattal nem rendelkező oktató. A fokozat megléte azért fontos, mert fokozat nélkül tantárgyfelelős már senki nem lehet. Ha nincs fokozattal rendelkező oktató az adott intézményben, a tantárgy könnyen kikerülhet a tantervből (lásd Gyöngyös).

Az oktatók tevékenységének egyik minőségi mutatója a megírt jegyzetek, tankönyvek darabszáma (10. táblázat). A kérdőív adatai alapján öröndetes, hogy 6 intézményben készült saját jegyzet az elmúlt 5 év során, van, ahol nem is egy. Többen használják a Szász és Tőkei (1997) szerkesztette országos vonatkozású tankönyvet, mely oly bőséges ismeretanyagot tartalmaz, hogy a jelen óraszám mellett inkább az oktatóknak nyújthat segítséget a megfelelő órai felkészüléshez, mint a hallgatóknak. Elgondolkoztató, hogy az az intézmény, amely semmilyen segédletet nem adott meg, vajon mit és miből oktat?

Agrometeorológiai vonatkozású szak- és diplomadolgozat-készítés. A kérdőíven a 2009-et megelőző 5 évben készült agrometeorológiai vonatkozású dolgozatok számát, címét kértük beküldeni (11. táblázat). Az összes intézményből mindössze hatan válaszoltak erre a kérdésre, de ott sem min-

denki juttatta el a dolgozatcímeket. Az osztatlan képzésben 16 fő, az új BSc szakoknál 32 fő, s egy FSZ-es hallgató védte meg munkáját a 2009-et megelőző 5 évben. Határozottan megnyugtató a BSc szakokon megjelent magas megvédett dolgozatszám.

A doktorképzés, a jövő záloga. A PhD képzés korábban és jelenleg is az egyetemeken hangsúlyosabb, s ebben várhatóan a jövőben is megmarad a hagyományos egyetemi szintű képzési helyek domináns szerepe. A résztvevő felsőoktatási intézményekből 7 helyen volt doktoravatás, összesen 14 új doktor személyében (12. táblázat) az elmúlt 5 évben. A bemutatott táblázatban a korábbiakhoz hasonlóan a 2009-et megelőző 5 év adatai kerültek feltüntetésre.

A tudományterületek közül a növénytermesztési és kertészeti tudományok mellett a környezettudomány és a földtudomány voltak azok, melyek az oklevélbe beírásra kerültek. Úgy tűnik, hogy eddig az agrometeorológusok az állattenyésztőket megszólítani nem tudták, mivel sehol nem született PhD dolgozat a zoometeorológia területén.

2009-ben 7 doktorandusz hallgató várt a rendszerben fokozat megszerzésére. A szám nem rossz, biztató előjelnek tekinthető a jövőre vonatkozóan.

A jelen feldolgozás az MSc szakok vonatkozásában rendkívül hiányos. Ismereteink szerint az újonnan akkreditált MSc szakok KKK-jában az agrometeorológia nem kapott megfelelő teret, mely azt jelenti, hogy jelentős agrometeorológiai vonatkozású óraszám-növekedéssel a jövőben nem számolhatunk.

Irodalom

- Anda, A. 2009. Az agrometeorológia oktatásának helyzete. Kérdőív felmérés eredményei. Előadás elhangzott az MTA Met. Biz. Agromet. Munkabizottságának ülésén 2009 decemberében Budapesten az OMSZ Székházában.
- Anda, A. 2010. A keszthelyi Agrometeorológiai Kutatóállomás aktualitásai. Az MTA Környezettudományi Elnöki Bizottság „Felkészülés a globális klímaváltozásra” albizottsága és az IPCC Munkacsoport összevont ülésén felkért előadás elhangzott 2010. febr. 16-án az MTA Felolvasótermében.
- Anda, A. és Gelencsér, A. 2010. Meteorológiai témakörök a Pannon Egyetem környezeti- és agrárképzéseiben. MMT Vándorgyűlésen felkért előadás tartása. Eger, Eszterházy K. Főiskola, 2010. aug. 30–31.
- Felsőoktatási Törvény (A felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény), Felsőoktatási Koordinációs Iroda, 1996. Budapest, p: 108.
- Péczely, Gy. 1979: Éghajlatlan. Tankönyvkiadó, Budapest
- Szász, G. és Tőkei, L. (szerk.) 1997. Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Varga-Haszonits, Z. 1977. Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest p: 214.

MIT GONDOLNAK A METEOROLÓGIÁRÓL MÁS TERMÉSZETTUDOMÁNYOKKAL FOGLALKOZÓK?

WHAT DO NON-METEOROLOGIST NATURAL SCIENTISTS THINK ABOUT METEOROLOGY?

Haszpra Tímea

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Elméleti Fizikai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A,
haszpratimi@gmail.com

Összefoglalás. A cikk különböző természettudományokkal foglalkozó emberek meteorológiával kapcsolatos véleményét foglalja össze. A vélemények, álláspontok, elképzelések feltérképezésére és összesítésére kérdőívre adott válaszok kiértékelésével került sor.

Abstract. The paper summarizes the opinions of non-meteorologist natural scientists about meteorology. In order to investigate their opinions and conceptions, a questionnaire was created and the responses were evaluated.

Az időjárás mindannyiunk életében nagy szerepet játszik, és az éghajlatváltozás kapcsán a meteorológia manapság egyre nagyobb figyelmet kap. Ezért fontos tudnunk, mit gondolnak mások a meteorológusokról, a meteorológusok munkájáról, magáról a meteorológia tudományáról. Különösen érdekes kérdés, hogy hogyan vélekednek más természettudományokkal foglalkozók. Vajon mennyire tartják a meteorológiát tudománynak, vagy feltételezik, hogy csupán „jóslás” – ahogy olykor-olykor hallani lehet? Mennyire tájékozottak meteorológiai témákban, és vajon látnak-e kapcsolatot a saját szakterületük és a légkör tudománya között? Ezekre a kérdésekre kerestem a választ egy szinoptikus meteorológiából írandó házi dolgozat keretében. 2008-ban már lezajlott egy hasonló vizsgálat (*Kurunczi, 2008*), a jelen vizsgálat azonban a meteorológiában vélhetően tájékozottabb, természettudományokkal foglalkozók ismereteit próbálta meg felmérni.

A nem meteorológus, de természettudományokkal foglalkozók véleményének feltérképezésére összeállítottam egy kérdőívet, amelyet feltettem a honlapomra <http://hatimi.web.elte.hu/honlap/metkerdes.html>, majd ismerőseimen keresztül igyekeztem minél több, különböző természettudományokkal kapcsolatban álló ember véleményét összegyűjteni.

A kérdőívet kitöltők között akadt biológus, biológusmérnök, virológus, orvos, állatorvos, vegyész, vegyészmérnök, geokémikus, csillagász, fizikus és mérnök-fizikus, matematikus és alkalmazott matematikus, biológiát, földrajzot, matematikát, fizikát tanító tanár, környezettudományi szakos egyetemi hallgató, környezetmérnök, geológus és kertészmérnök. A 91 válaszadó között fellelhetők az egyetemistáktól kezdve a szakmájukban már elhelyezkedettekén át a 60 évesnél idősebb természettudósok is.

A kérdőív. A válaszadók életkora és foglalkozása mellett még húsz kérdést tettem föl. A kérdőív első részében az időjárás előrejelzésével és az időjárás-jelentéssel kapcsolatos véleményükről érdeklődtem, mivel az emberek többsége a meteorológiával összefüggésben talán ezzel találkozik a leggyakrabban. A második szakaszban arról tájékoztam, hogy a manapság „sláger témáknak” számító jelenségekről (éghajlatváltozás, üvegházhatású gázok, ózonlyuk stb.) mit gondolnak a természettudományokkal foglalkozók. Végül arra voltam kíváncsi, hogy vajon mennyit tudnak magáról a meteorológia tudományáról, találnak-e kapcsolatot a saját szakterületük és a meteorológusok munkája között.

A válaszok. A válaszokból kiderült, hogy szinte mindenki néz, illetve hallgat időjárás-jelentést legalább időnként. Többségük (62%) rendszeresen figyelemmel kíséri az előrejelzéseket, de akadnak olyanok is (18%), akik csak utazás, kirándulás, egy-egy fontos esemény előtt érdeklődnek a várható időjárásról (*1. ábra*).

Az internet a legnépszerűbb hírforrás, de sokan nézik a televízióban is az időjárás-jelentést. Az emberek közel fele a rádióból vagy a rádióból is tájékozik (*2. ábra*). Az egyéb források között említésre került a WAP, „a kinézek az ablakon” (matematikus), és volt olyan, akinek a munkahelye megveszi az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) szolgáltatását.

Mióta meteorológus-hallgató vagyok, többször találoztam már azzal a helyzettel, hogy aki megtudta, milyen szakterületre készülök, automatikusan azonosított azzal, „aki majd a tévében szerepel”. Így arról is érdeklődtem, hogy vajon a természettudományokkal foglalkozók látnak-e különbséget az

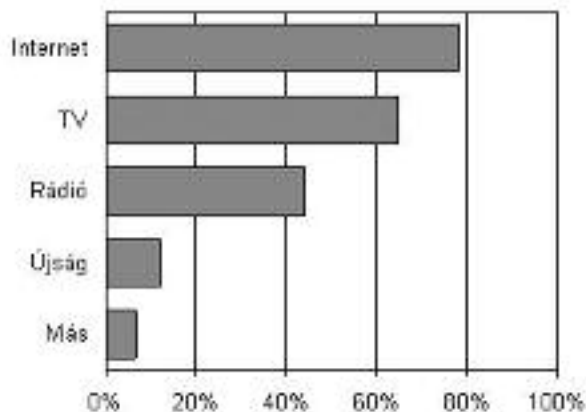
időjárás-jelentő és a meteorológus között. Nagy örömmre szolgált, hogy két kivételtől eltekintve mindenki tudta, hogy a meteorológus és az időjárás-jelentő nem azonos fogalmak. Arról azonban már megoszlottak a vélemények, hogy tulajdonképpen mi is a különbség közöttük. Néhányan úgy vélték, hogy „ugyan minden időjárás-jelentő meteorológus, de nem minden meteorológus időjárás-jelentő”. Köztük akadt olyan, aki számára az utóbbi egy kevesebb, felszínebb tudásanyaggal rendelkező meteorológust jelentett. Mások tisztában voltak vele, hogy a tévében az elkövetkező napok várható időjárásáról nem feltétlenül meteorológus szakember számol be. A meteorológus és az időjárás-jelentő különbségére több szellemes hasonlat is érkezett: „drámaíró és színész”, „szakács és pincér”, „az egyiknek okosnak kell lennie, a másiknak

biztonsággal előrejelezni az állapotát, de a mérési-megfigyelési hálózat sűrítésével, jobb modellekkel és nagyobb teljesítményű számítógépekkel az előrejelzés pontossága növelhető. Érkeztek kevésbé fizikai-matematikai jellegű válaszok is, mint például: „Mert a természet végtelen, filozófiai értelemben.” (viroológus).

Nagyjából minden tizedik válaszadó írta, hogy gyakran olvas meteorológiai témájú cikkeket vagy hallgat a meteorológiával kapcsolatos műsorokat. A megkérdezettek kétharmada csak időnként ugyan, de érdeklődik ilyen módon a meteorológia iránt. A többiek (24%) egyáltalán nem szoktak ilyesmivel foglalkozni. A kérdőívet kitöltők más kérdésekre adott feleletei azonban nem álltak szoros összefüggésben azzal, hogy erre a kérdésre milyen választ adtak.



1. ábra. Mikor néz vagy hallgat időjárás-jelentést?



2. ábra. Honnan értesülnek az időjárásról?

szépnek”. Többen megemlítették, hogy jó volna, ha az időjárást bemondó személy tudná a folyamatok okait is, és nem csupán jó megjelenéssel, előadói készséggel rendelkezve tárná a nézők elé közérthető formában az előrejelzések eredményeit.

Az emberek átlagosan 60–80%-ban hisznek az előrejelzések beválásában, azonban előfordultak olyanok is, akik egyáltalán nem bíznak bennük (3. ábra). Többnyire úgy gondolták, hogy néhány nap, legfeljebb egy hét távolságában lehet jó eséllyel megjósolni az időjárást.

Arra a kérdésre, hogy miért nem lehet 100% biztonsággal megmondani, milyen idő várható, a legtöbben azt válaszolták, hogy a légkör nagyon komplex rendszer, sok tényező befolyásolja az időjárás alakulását, a számítógépek közelítésekkel számolnak, a hibák felhalmozódnak, ezért nem tudják 100%-os pontossággal előre megmondani, mi várható a következő napokban-hetekben. Néhány matematikus, fizikus, biológusmérnök megjegyezte, hogy a légkör kaotikus, elvileg sem lehetne 100%-os

Szinte mindenki egyetértett abban, hogy az éghajlatváltozás valós probléma, és többségük (60%) úgy gondolta, erre utal, hogy mostanában megnövekedett a szélsőséges időjárási helyzetek száma. A válaszadók 37%-a szerint a média szenzációt, nagyobb érdeklődést hajhászva eltúlozza a természeti katasztrófák jelentőségét.

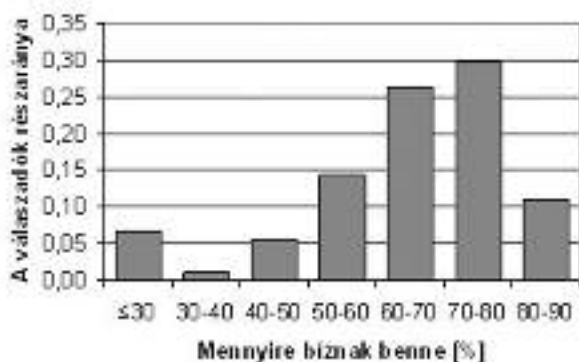
Arra a kérdésre, hogy mit tehetünk az éghajlatváltozás mérsékelése érdekében, sok lehetőség merült fel: csökkentsük a szennyezőanyagok, üvegházhatású gázok kibocsátását, a keletkező hulladékok mennyiségét, nagyobb mértékben használjuk a megújuló energiaforrásokat (barátkozunk meg az atomenergiával is), ne pazaroljuk az energiát (pl. lakások hőszigetelése, használatban nem lévő gépek kikapcsolása), változtassunk az életmódunkon (kevesebb autózás, több biciklizés), telepítsünk újabb erdőket stb. Többen hangsúlyozták, hogy nagyon lényeges mozzanat az oktatói munka: a gyerekeket már kicsi koruktól kezdve környezettudatos életmódra kell szoktatni, hogy megtanuljanak környezetbarát mó-

don élni. Fontos az is, hogy a jövő kutatói, tudósai megfelelő tudományos alapot kapjanak, hiszen közülük is kerülhetnek ki olyanok, akik majd nagyon is sokat tehetnek befolyásukkal a környezet védelmében.

Meglepően sokan írták, hogy már elkéstünk azzal, hogy bármit is tegyünk. Egy részük főként azt emelte ki, hogy a fent említett egyéni kezdeményezésekkel semmire sem megyünk:

„A »kisember« próbálkozhat, de úgy gondolom, hogy ez globálisan igen csekély hatással van.” – jegyezte meg egy virológus.

„Ahhoz nagyobb összefogás kéne, egyedül kevés egy ember elképzelése...” – írta egy alkalmazott matematikus. Számos válaszadó egyetértett abban, hogy elsősorban az országoknak, nagyobb szervezeteknek kellene változtatni a politikájukon, áttérniük környe-



3. ábra. Mennyire bíznak az emberek az előrejelzésekben?

zettudatos gazdálkodásra, és nem a „kisember” a hatékonyság kulcsa.

Érkezett néhány, a többi elképzeléssel szöges ellentétben álló vélemény is:

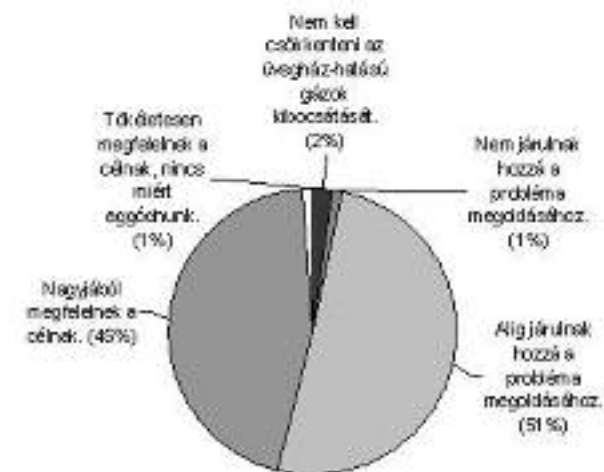
„Egyáltalán nem a megfékezése, hanem a káros hatások mérséklése ellen kell tenni, **aktívan segítve a folyamatot**. A Föld átlaghőmérséklete jelenleg 2 fokkal van a számos tudományágban egységesen elfogadott éghajlati optimum alatt. Hatalmas területek elsivatagosodásának egyetlen geokémiai oka a légkör kórosan alacsony szén-dioxid-tartalma (a teljes földtörténetben kétszer volt ennél kevesebb, és mindkettő tömeges kihalással járt). A földi biomassza tömege a légkör szén-dioxidjával van egyensúlyban; az újabb tömeges kihalást csak a szén-dioxid-koncentráció növelésével fékezhetjük meg.” (geokémikus)

(Feltehetően csak fogalmazási zavar, és a válaszadó valójában nem tiltakozik a káros hatások mérséklése ellen.)

„Az ember tényleg képes tönkretenni a környezetét, de »Gaia anyánk« azért még sokkal bölcsebb ná-

lunk. Tudja kompenzálni az emberi hülyeséget.” (élelmiszeripari mérnök)

Egy vegyész mérnök arra világított rá, hogy ugyan vannak olyan problémák, amiben lépni kell (csökkenteni kell a szennyezőanyag-kibocsátást, vissza kell fogni a nyersanyag-felhasználást), de a legfőbb feladatunk a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodás és a körülöttünk zajló folyamatokat megértése. E nélkül nehéz eldönteni, mit tegyünk, mit ne tegyünk, és többnyire csak találgatni lehet, mi történik, ha beleavatkozunk a folyamatokba. Alkalmazkodni a változó viszonyokhoz szintén „életbevágó”, mondhatni „létkérdés”. Többek szerint fontos törődni az éghajlatváltozás mérséklésével, mivel a gyors környezeti változásokat nehezebben követik az élőlények.



4. ábra. Mennyire hatásosak az üvegházhatású gázok csökkentését célzó intézkedések?

Ha már szót ejtettünk a globális felmelegedésről, arról érdeklődtem, vajon a természettudományokban jártas szakemberek mennyire tartják hatásosnak azokat az intézkedéseket, amelyek az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését szorgalmazzák. A megkérdezettek közel fele gondolja úgy, hogy ezek alig járulnak hozzá a probléma megoldásához, illetve akadtak pesszimistábbak is, akik szerint egyáltalán nem érnek semmit a szabályozások (4. ábra). A válaszadók 45%-a azonban úgy vélte, nagyjából megfelelnek a célnak. Ahogy már fentebb említettem, előfordult olyan is, akinek meggyőződése, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátását egyáltalán nem is csökkenteni, hanem növelni kell.

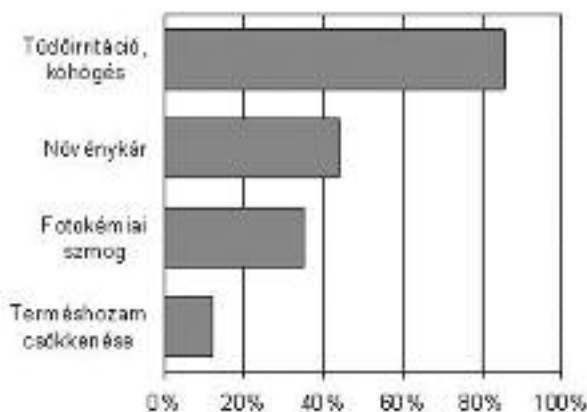
Mivel természettudományokkal foglalkozók körében végeztem a felmérést, úgy döntöttem, felteszek néhány fogósabb kérdést is. Kíváncsi voltam, hogy a megkérdezettek körében milyen válaszokat kapok.

Légkör nélkül a Földön az átlaghőmérséklet nagyjából $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ lenne, szemben a jelenlegi körülbelül $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal. Vajon melyik az az üvegházhatású gáz,

amelyik a legnagyobb mértékben járul hozzá ehhez a 33 fokos többletbe? A válaszolók fele a CO₂-ot jelölte be, és mindössze 36% volt tisztában azzal, hogy ez a vízgőz. Ezekon kívül érkezett néhány szavazat a metánra, a halogénezett szénhidrogénekre, valamint az ózonra is.

Az utóbbi idők slágertémája a sztratoszférikus ózon csökkenése, illetve az ózonlyuk kialakulása. Szinte mindenki tudatában volt annak, hogy ennek következtében több UV-B sugárzás jut le a felszínre, ami bőrrákot okozhat. Arra már kevesebben gondoltak, hogy a káros sugárzás hozzájárulhat a szürkehályog kialakulásához, és az immunrendszer gyengülését is előidézheti.

A következő kérdésem arra vonatkozott, hogy a kérdőívet kitöltők szerint mik a felszínközeli ózon káros hatásai. A túlnyomó többség tisztában volt az-



5. ábra. A troposzférikus ózon káros hatásai

zal, hogy a magas ózonkoncentráció csökkenti a tüdőkapacitást, szem- és torokirritációt, légzési panaszokat okoz (5. ábra). A válaszadók közel fele jelölte be helyesen (köztük sok biológiával, környezet-tudománnyal foglalkozó), hogy viszonylag alacsony koncentrációban is károsítja a növényeket. Azt azonban már kevesebben feltételezték, hogy a magas ózonkoncentrációnak szerepe van a fotokémiai szmog kialakulásában és a növények terméshozamának csökkenésében is.

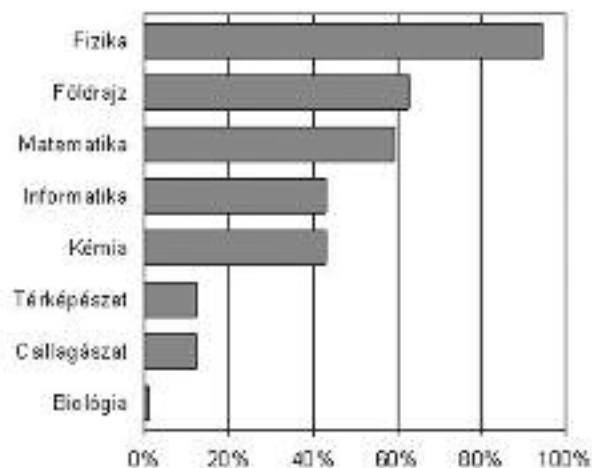
A kérdőív utolsó részében arra kerestem a választ, vajon mit gondol magáról a meteorológia tudományáról és a meteorológusok munkájáról egy más természettudományban jártas ember.

Alig akadt olyan, aki ne azt válaszolta volna, hogy a meteorológia legfőképpen a fizikára épül (6. ábra). Ezután következett szinte holtversenyben a földrajz és a matematika, majd az informatika és a kémia. Csak néhányan szavaztak arra, hogy a meteorológia a térképészet, csillagászat, illetve a biológia tudományán alapul. Persze a tudományágak fontossága

függ attól is, hogy egy meteorológus milyen témával foglalkozik behatóbban. Annak számára, aki modelleket fejleszt, fontosak a programozási ismeretek, a matematikai összefüggések, numerikus módszerek, míg annak, aki a felszín és a légkör kölcsönhatásait tanulmányozza, nem árt, ha ismeri a növényzet és talaj tulajdonságait, reakcióit is.

Sokan láttak kapcsolatot a meteorológia és a saját szakterületük között.

A biológiával foglalkozók főként az éghajlatváltozás következményeként az egyes ízeltlábúak által terjesztett megbetegedések új helyeken való fölbukkanására hivatkoztak, felhívták a figyelmet arra, hogy az állatok élőhelyeinek és fajsűrűségének megváltozása befolyásolja az állatról emberre terjedő beteg-



6. ábra. Mely tudományokra épül a meteorológia?

ségek viselkedését is. Természetesen többen említették az orvosmeteorológiát is.

A fizikusok az aerodinamikát, a hidrodinamikát, a termodinamikát, a káoszelméletet, az elektromágneses hullámok terjedését, a sugárzás- és szóráselméletet tartották alapvetően fontosnak a meteorológia szempontjából.

A matematikával foglalkozók a közönséges és parciális differenciálegyenletek ismeretét, ezek numerikus megoldását, a lineáris algebrát, a valószínűség-számítást, statisztikai elemzést sorolták föl.

A vegyészek, vegyészmérnökök a kémiai analitikának a légszennyezés vizsgálatában való jelentős szerepét emelték ki (légköri aeroszol részecskék összetételének, illetve a légköri gázoknak az elemzése), valamint utaltak a fotokémiai szmog kialakulásának reakcióira, az ózonréteg bomlásának leírására.

Emellett volt, aki hangsúlyozta azt is, hogy az élelmiszergazdaság sikeressége is nagymértékben függ a meteorológusokkal való kapcsolattól, az összehangolt együttműködéstől, a minél pontosabb előrejel-

zésektől. Említésre került még a talajtan, a geomorfológia, a földtörténet, a környezetföldtan, valamint a műszertechnika, informatikai háttér mint a meteorológusok számára fontos területek.

Majdnem mindenki tudott példákat hozni arra, hogy tulajdonképpen mivel is foglalkozhat egy meteorológus: a legtöbben az időjárás előrejelzését, az éghajlatkutatást, a légköri folyamatok tanulmányozását, a modell- és mérőműszer-fejlesztést sorolták ide.

A legutolsó kérdésem arra vonatkozott, hogy mit tartanak a természettudományokkal kapcsolatban állók a népi megfigyelésekről, hiedelmekről, babonákról. Ez a kérdés igencsak megosztotta a válaszolókat. Akadt olyan, aki egyértelműen elutasította ezen megfigyelések használhatóságát, és volt, aki ennek pont az ellenkezőjét állította. A többség válasza e két véglet között helyezkedtek el: úgy gondolták, hogy némely következtetések helyesek, mások nem igazán. Azzal érveltek, hogy ezek az „időjóslások”, tapasztalatok hosszú időn keresztül történő megfigyeléseken alapulnak, ezért lenniük kell valóságalapjuknak. Ugyan akinek nincs megfelelő képzettsége, az nem tud tudományos magyarázatot adni az adott jelenségre, de mivel régen még közelebb éltek az emberek a természethez, az időjárás minden kis rezdülését sokkal jobban érzékelték, megfigyelték. Többen megjegyezték, hogy azok az általánosságok, amelyeket a népi megfigyelések állítanak, ma már nem biztos, hogy megállják a helyüket a változó éghajlat miatt.

Összefoglalás. Örömmel állapítottam meg, hogy a megkérdezettek többsége érdeklődik az időjárás, a meteorológia tudománya iránt, ami nem is olyan meglepő, hiszen a válaszadók maguk is különböző természettudományi területeken dolgoznak vagy tanulnak. A megkérdezettek majdnem mind nagyra becsülték a meteorológusok munkáját, azonban kitöltötte a kérdőívet olyan is, aki szerint „*Semmi értelme, mert az egész csak jóslás és tudománynak álcá-*

zott hókuszpókusz!” (környezetvédelemmel foglalkozó szakember).

Úgy gondolom, hogy a légköri üvegházhatásra vonatkozó kérdésekre adott válaszok esetében a CO₂ szerepének túlértékelése az éghajlatváltozás körüli hírvetésnek köszönhető, hiszen úton-útfélen azt hallhatjuk, hogy elsősorban a CO₂ kibocsátását kell csökkentenünk az éghajlat védelme érdekében. A légköri üvegházhatás többnyire mint *káros*, melegítő hatású, *ember által előidézett* folyamat jelenik meg a köztudatban. Az interneten üvegházhatású gázokkal kapcsolatban kutatva általában antropogén hozzájárulást elemző oldalakat, exponenciális mértékű koncentrációnövekedést ábrázoló grafikonokat találhatunk. Ezekhez képest igen csekély azoknak a lapoknak a száma, ahol szót ejtenek a természetes üvegházhatásról is. Az angol nyelvű Wikipediában (http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas) például részletezik a természetes üvegházhatást, azonban a magyarban épphogy csak megemlítik (http://hu.wikipedia.org/wiki/Globális_felmelegedés), és az Üvegházhatású gázok címszó alatt (http://hu.wikipedia.org/wiki/Üvegházhatású_gázok) a vízgőz egyáltalán nem is szerepel.

A kérdésekre adott válaszok és más megjegyzések alapján a meteorológusok számára leszűrhető egy fontos tanulság: a meteorológusoknak jól kell tudniuk kommunikálni a kívülről állókkal, ki kell tudniuk emelni a lényegét a hozzá nem értők számára, de nem szabad túlozni abban a reményben, hogy így jobban figyelnek rájuk. Megfelelően kell tájékoztatni a közönséget, különben a „félreértések” miatt elveszíthetik a meteorológusok a hitelüket, és kiforgathatják a szavaikat.

Nagyon örültem a kérdőív egyéb megjegyzések rovatóba írt biztató szavaknak, jókívánságoknak, hasznos észrevételeknek. Köszönöm mindenkinek, aki kitöltötte a kérdőívet!

Irodalom

Kurunczi R. (2008): Mit gondolnak más szakemberek a meteorológiáról? *Léggör*, 53/2, 31–33.

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG FELHÍVÁSA

Felhívjuk Tisztelt Tagtársaink szíves figyelmét arra a törvénybe iktatott jogukra (1996. évi CXXVI. törvény), hogy jövedelemadójuk 1%-át az általuk megjelölt közcélú intézmény javára átutaltathatják az Adóhivatallal.

A Magyar Meteorológiai Társaság is jogosult az ilyen adóátutalások fogadására. Kérjük Tisztelt Tagtársainkat, hogy **adójuk 1%-ával a Magyar Meteorológiai Társaságot támogassák.**

2010-ben Társaságunkhoz 326 168 forint támogatás érkezett, amit ezúton is nagyon szépen köszönünk.

A felemelt tagdíjak a Társaság működési kiadásainak csak a töredékét fedezik, a kiadásokra megszerezhető állami és alapítványi támogatások nagysága pedig évről évre csökken. Sajnos tartalékaink elfogytak, súlyos anyagi nehézségekkel küzdünk. Jelen helyzetben minden kiegészítő támogatás sokat jelent számunkra. A felajánlott 1% nagy részét a Vándorgyűlésen résztvevő ifjúsági és nyugdíjas tagjaink részvételi támogatására fordítjuk.

Az MMT adatai:

Magyar Meteorológiai Társaság
1027 Budapest, Fő utca 68.
Adószám: 19815826-2-41

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

„DÉVÉNYI DEZSŐ NUMERIKUS PROGNOZTIKAI EMLÉKÉREM”

Dévényi Dezső halála után a Család és közvetlen tanítványai arra az elhatározásra jutottak, hogy emlékének és szellemi hagyatékának megőrzésére emlékdíjat hoznak létre, amelyet kétévente ítélnek oda olyan fiatal kutatóknak, aki maradandó teljesítményt nyújtott azon meteorológiai szakterületek valamelyikén, amelyen Dévényi Dezső is tevékenykedett.

Az emlékdíj névre szóló, gravírozott a „Dévényi Dezső Numerikus Prognosztikai Emlékérem”, valamint **25.000 Ft** könyvutalvány.

Az emlékdíjra való pályázás feltételei:

A díjra pályázhat minden olyan magyar szakember, aki a pályázás évében még nem tölti be a 35. életévét. A pályázat a meteorológián belül a dinamikus meteorológia, illetve a numerikus prognosztika szakterületével kell, hogy közvetlen kapcsolatban álljon. Előnynek számít, ha a pályázó oktatási tevékenységet is folytat, illetve valamilyen módon hozzájárul a kezdő szakemberek képzéséhez.

A pályaműnek tükröznie kell azt a tudományos (szakmai) teljesítményt, amely alapján a pályázó úgy érzi, hogy méltó a „Dévényi Dezső Numerikus Prognosztikai Emlékérem” elnyerésére.

A pályamű (szakmai teljesítmény) tárgya lehet diplomamunka, PhD dolgozat, tudományos cikk, vagy bármilyen olyan fejlesztés, amely kapcsolódik a numerikus prognosztikához vagy a dinamikus meteorológiához, valamint érdemi elméleti vagy gyakorlati eredménnyel jár. A pályázathoz mellékelni kell ennek a munkának az elméleti és gyakorlati részleteit a kapcsolódó dokumentációkkal (dolgozat, cikk, szoftverleírás stb.) együtt.

A pályázatnak külön mellékletként (maximum néhány oldal terjedelemben) tartalmaznia kell azt, hogy a pályázó milyen vonatkozásban tartja munkáját, teljesítményét Dévényi Dezső szellemi hagyatéka részének.

A pályázat beadási határideje **2011. március 15.** A pályázati anyagot a borítékon a „Dévényi Dezső Numerikus Prognosztikai Emlékérem” feltüntetésével az alábbi címre kell elküldeni vagy eljuttatni: *Sághó Ágnes, Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.*

A pályázatokat háromtagú testület fogja elbírálni, melynek tagjai a család, a kortársak és a tanítványok képviselői. A díj átadására ünnepélyes keretek között, a **Meteorológiai Világnap** (2011. március 23.) rendezvényén kerül sor.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Tóth Katalin

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

Bodolainé-féle osztályozás egyike a ma is használt szinoptikus-klimatológiai osztályozásoknak. A Kárpát-medencét érintő, árhullámokat előidéző nagycsapadékos időszakok makroszinoptikai osztályozásával foglalkozik. Előnye, hogy a légkör nem egy pillanatnyi állapotát jellemzi, hanem egy folyamatot ír le, amely több napig is fennállhat (*Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége*)

Business as usual (BAU) „*mintha mi sem történt volna*” a történelem során először a brit kormány által alkalmazott filozófia. Az I. világháború kezdeti éveiben a stabil és működőképes állam fenntartása érdekében a közhangulatot úgy befolyásolták, mintha „mi

sem történt volna”, azaz nem folya háború. Azóta tágabb értelmezésben használják: ugyanannak a stratégiának a folytatása a következményekre való tekintet nélkül (*Wirth Endre: Öngerjesztő, de szabályozott melegedés – Arrhenius-tól a globális termosztátig*)

Dendrokronológia tudományága az elmúlt évszázadok (esetleg évezredek) éghajlatát tanulmányozza a fák évgyűrűinek beható vizsgálatával. Elsősorban az éghajlat változásaira, a változások irányvonalára, múltbeli események (pl. erdőtüzek, szárazság stb.) bekövetkezésére kaphatunk választ a fák évgyűrűinek vastagságából, a sejtek sűrűségéből, bizonyos kémiai elemek izotópjainak arányából (*Fövényi Attila: Könyvismertető, Behringer: A klíma kultúrtörténete*)

Determinisztikus futtatás az ensemble előrejelzések közül az a futtatás, amely felbontásában és a kezdeti feltételek megadásában tér el a többi tagtól. Az ECMWF-modell esetében a felbontás 25 km helyett 16 km, kezdeti feltételként pedig az aktuális analízis szerepel (Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége)

Ensemble előrejelzés (Ensemble Prediction System – EPS) sokasági előrejelzések rendszere, ugyanarra az előrejelzési időtávra szóló előrejelzések sokasága, amelyek például a kezdeti feltétel, vagy határfeltétel megadásában, illetve a parametrizációs eljárásokban különböznek egymástól. Az előrejelzések eredményeiben ily módon jelentkező különbségekből következtetni lehet a változók valószínűségi eloszlására (Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége)

Kontrollfuttatás az ensemble előrejelzések közül az a futtatás, amelynek felbontása megegyezik a többi

tag felbontásával (az ECMWF-modell esetében 25 km), ugyanakkor kezdeti feltétele megegyezik a determinisztikus modellével, ami az aktuális analízis (Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége)

Meleg-nedves szállítószalag frontális rendszerek-hez köthető, nagyléptékű légáramlás, amely az alacsonyabb szélességek meleg, nedves levegőjét egy viszonylag keskeny sávban az északi szélességek felé szállítja, továbbá vertikális komponense révén a magasabb légrétegekbe (középső és felső troposzférába) juttatja. Szerepe rendkívül fontos a hő-, nedvesség- és nyugati momentumtranszport szempontjából (Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége)

Potenciálisan kihullható vízmennyiség az 500 és 1000 hPa-os felület közötti légréteg (nagyjából az alsó 5 km-es réteg) egységnyi légszlopának teljes vízkészlete csapadék-milliméterben kifejezve (Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége)

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

NEWS OF MMT – HUNGARIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

Balogh Beáta

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1675 Budapest Pf. 39, balogh.b@met.hu

Rendezvényeink 2010. október 1.–december 31. között

Our programs 1 October–31 December 2010

NOVEMBER 11.

Választmányi ülés. Napirend: Tájékoztató a tisztújítás állásáról. A Közgyűlés előkészítése. időpont, helyszín, előadó. Javaslat új tiszteleti tagra. Az MMT díjait javasoló bizottságok felkérése. A Hille díj odaítélése. Az MMT új elhelyezése, Tagfelvétel. Egyebek.

OKTÓBER 5.

Benkó Zsolt: *Víz kutatás a Szaharában* (MMT Szombathelyi Csoport rendezvénye)

OKTÓBER 7.

A Nap- és Szélenergiái Szakosztály tisztújító előadó ülése. Napirend: A szakosztály új vezetőségének megválasztása, **Major György, Horváth László, Pintér Krisztina, Nagy Zoltán, Haszpra László, Barcza Zoltán és Gelybó Györgyi:** *Fotoszintetikusan aktív sugárzás és globálsugárzás*

OKTÓBER 15.

Az MMT Szombathelyi Csoportjának tisztújító előadó ülése. **Tar Károly és Puskás János:** *A potenciális szélenergia és az időjárási frontok kapcsolata Magyarországon*

OKTÓBER 21.

Dévényi Dezső Emlékkülés. Emlékezés az elhunyt kollégánkra mint emberre és barátokra. Program: **Ihász István** *előadása Dévényi Dezső életéről. A jelenlévők elmondják emlékeiket, történeteiket Dezsőről.*

OKTÓBER 26.

Nagy Katalin: *Meteorológia a vízügyi ágazatban* (MMT Szombathelyi Csoport rendezvénye)

OKTÓBER 28.

Az MMT Debreceni Csoportjának tisztújító előadó ülése. **Szegedi Sándor:** *A városklíma és humánkomfort vizsgálatok eredményei Debrecenben*

OKTÓBER 28.

Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály tisztújító előadó ülése. Napirend: A szakosztály vezetőségének megválasztása. Előadások: **Harnos Noémi:** *Növény-időjárás modellek használata – tanulmányok őszi búzára.* **Dobi Ildikó:** *Sztocchasztikus modellek és agrometeorológiai alkalmazásai.* **Fodor Nándor:** *Az MVWG időjárás-generátor működésének és néhány eredményének bemutatása.* **Fodor Nándor:** *Mire jó egy virtuális növény? Avagy Szimulációs növénytermesztési modellek.* **Szépszó Gabriella:** *Az éghajlati modellek eredményeinek felhasználási lehetőségei és korlátai*

NOVEMBER 8.

Németh Lajos: *Mi lesz veled, időjárás, mi lesz veled, éghajlat?* (MMT Szegedi Csoport rendezvénye)

NOVEMBER 9.

Az Éghajlati Szakosztályának alakuló ülése. Program: *Az Éghajlati Szakosztály alakuló ülése, a vezetőség megválasztása*

tása. **Pap Judit** (The Catholic University of Amerika és NASA Goddard Space Flight Center): *A Nap sugárzásának monitorozása és az éghajlat*

NOVEMBER 10.

A Levegőkörnyezeti Szakosztály tisztújító előadó ülése. Napirend: A szakosztály új vezetőségének megválasztása. **Mészáros Róbert:** *Folyamatos és eseti szennyezőanyag-kibocsátás modellezése különböző skálákon.*

NOVEMBER 15.

A Légkördinamikai Szakosztály tisztújító előadó ülése. **Michael Ghil:** *Data Assimilation for the Atmosphere, Ocean and Climate: Some Recent Results*

NOVEMBER 16.

Az MMT Szegedi csoportjának tisztújító előadó ülése. **Koppany György:** *Éghajlatváltozás, éghajlati ingadozások November 18-19.*

36. Meteorológiai Tudományos Napok. Téma: Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében (Részletes műsor az MTA meghívójában.)

NOVEMBER 25.

A Róna Zsigmond Ifjúsági Kör tisztújító előadó ülése. Program: A Róna Zsigmond Ifjúsági Kör vezetőségének megválasztása. **Szabó Tamás** meteorológus, doktorandusz (ELTE Matematikai Intézet): *Járműfejlesztés meteorológusszemmel*

NOVEMBER 29.

Molnár Ferenc: *Vulkánok, hévforrások, aranyérc: egy geológus kalandzásai Kyushun (Japán), Az MMT Szombathelyi Csoportjának rendezvénye*

DECEMBER 6.

Tdk fórum. **Kis Anna:** *Csapadékindexek elemzése az ENSEMBLES klímaszimulációk felhasználásával.* **Lázár Dóra:** *Ensemble előrejelzés verifikációs technikák összehasonlítása.* **Sábitz Judit:** *Kórokozók terjesztéséért felelős vektorok légköri sodródásának vizsgálata trajektória-statisztika segítségével.*

Richter Péter: *Az MM5 mezoskálájú modell felszíni hőmérsékleti sémája: a számítás módja és érzékenységi vizsgálataok.* **Dobor Laura:** *A vertikálisan integrált vízgőz napi menetének vizsgálata különböző légrétegekre SEVIRI műholdas mérések alapján.* **Miklós Erika:** *A Kárpát-medencére várható klímaváltozás a XXI. század során ensembles szimulációk alapján.* **Szelepcsényi Zoltán:** *Magyarország éghajlata a XX. században Thornthwaite alapján (A Róna Zsigmond Ifjúsági Kör rendezvénye)*

DECEMBER 6.

Az Agro- és Biometeorológiai Szakosztály rendezvénye. **Apatini Dóra, Novák Edit, Mányoki Gergely, Józsa Edit, Magyar Donát, Páldy Anna:** *A parlagfű pollenkoncentráció alakulása hazánkban 1992–2010. között.* **Novák Edit, Bobvos János, Apatini Dóra, Mányoki Gergely, Józsa Edit, Magyar Donát, Páldy Anna:** *A pollenszezon kezdetének előrejelzési lehetőségei a meteorológiai adatok alapján.* **Magyar Donát:** *A légkörben található gombaspórák és az időjárási tényezők.* **Páldy Anna, Bobvos János:** *A lakosság pollenterhelésének komplex jellemzése egy új indikátor alapján*

DECEMBER 7.

MMT 2010. évi záró-tisztújító közgyűlése. Napirend: A közgyűlés megnyitása, határozatképesség megállapítása, határozatképtelenség esetén előadás tartása. **Víg Péter** (a 2010. évi Steiner éremmel kitüntetett): *Egy sajátos aktív felszín: az erdő.* Az újra összehívott közgyűlés megnyitása, jegyzőkönyvvezető és hitelesítők felkérése. A 2010. évi Hille Alfréd Ifjúsági díj átadása. **2010. évi Hille díjas: Haszpra Tímea.** A 2010. november 9-én alakult Éghajlati Szakosztály véglegesítése. Tisztújítás. Az új főtitkár megválasztása **Az új főtitkár Radics Kornélia.** A szakosztályok és a területi szervezetek megválasztott vezetőségének megerősítése. Új tiszteleti tag választása **Új tiszteleti tagunk: Major György.** A közgyűlés bezárása.

2010. évben megválasztott szakosztályok és területi csoportok vezetői

A szakosztály neve	Elnöke	Titkára
Róna Zsigmond Ifjúsági Kör	Komjáthy Eszter	Darányi Mariann
Nap- és szélenergia	Major György	Dobi Ildikó
Agro- és biometeorológiai	Szalai Sándor	Németh Ákos
Éghajlati	Mika János	Bihari Zita
Levegőkörnyezeti	Horváth László	Balogh Beáta
Légkördinamikai	Szépszó Gabriella	Bölöni Gergely
A város neve	Elnöke	Titkára
Debrecen	Szegedi Sándor	Jákfalvi Mihály
Szeged	Makra László	Sümeghy Zoltán
Szombathely	Puskás János	Kúti Zsuzsanna
Pécs	Fodor István, Geresdi István	Gálosi-Kovács Bernadett

A negyedik negyedévben felvett új tagok névsora:

Aradszki Zsombor, Bácskai Alexandra, Bak Brigitta, Balogh Bence, Bánkúti Zoltán, Baracska Ákos, Béres József, Besszer Diána, Bogdán Viktória, Böröcz Alexandra, Böröcz Hanna, Brajnovics Brigitta, Bubenkó Roland, Czvetkó Bálint, Csákvári Zoltán, Császár Gábor, Csehi Gábor, Csényiné Bihal Judit, Deák György, Domsa Daniella, Égerházi Lilla, Eredics Alexandra, Farkas Tamás, Fazekas Csilla, Fehér Katalin, Fehér Margit, Földi Anna, Gál Tamás Mátyás, Gerber Alíz, Gyarmati Zsolt, Hadnagy István, Hajós Regina, Herber Zsuzsanna, Homlok Dániel, Horváth Imre, Horváth István, Horváth Zsuzsanna, Illés Martina, Ilyés Gergely, Jóna Gergely, Kántor Noémi, Karakai Sára, Kiss Anna, Kiss Csilla, Kiss Gábor, Kollár Veronika, Kovács Tamás, Kővári László András, Kucsora

Ágnes, Kupovits Tünde Rita, Kuti Péter, László Elemér, Lehoczky Annamária, Lengyelne Molnár Mária Melinda, Magi Boglárka, Mandl Éva, Márton Gergely, Matolcz Zénó, Mihályi Eszter Zsófia, Molnár Bettina, Molnár Katalin, Molnár Petronella, Molnár Virág, Nádházi Imre, Nagy Andrea, Nagy Attila, Nagy Bálint, Nagy Júlia Anna, Németh Barbara, Németh Dániel, Oravecz Viktória, Pataki István, Pék János József, Plujzer Károly, Rác Csaba, Reider Tamás, Simon Zsolt, Somlai Zoltán Bálint, Somogyi Tímea, Soós Mónika, Szabó Erika, Szabó Judit, Szabó Kornél, Szabó László, Szabó Péter, Szopori Zoltán, Szücs Barbara, Takács Péter István, Tihanyi Franciska, Tóth Máté, Tóth Roland, Tóth Tamás, Ujvári Orsolya, Urfi Károly, Vajkovic János, Varga Ábel, Vida Viktor, Vilics Petra, Virág Borbála, Zsebeházi Gabriella

2010 ŐSZÉNEK IDŐJÁRÁSA

WEATHER OF AUTUMN 2010

Móring Andrea

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

Szeptember. Hazánk egész területén hűvösebb volt az idő a sokéves átlagnál, általában $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt az eltérés. Az országos napi átlaghőmérséklet csupán néhány napon érte el, illetve emelkedett az átlag fölé. A napi középhőmérséklet 6-án érte el minimumát, amikor egy magassági hidegörvény okozott az ilyenkor megszokottnál több mint $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal hűvösebb időjárást. Hidegfronti hatásra 20-án szintén lokális minimum jelentkezett, majd átmeneti felmelegedés után 25-étől jelentős lehűlés kezdődött.

Az átlagnál hűvösebb időjárás hatására idén szeptemberben már nem volt nyári nap, holott általában még 8 ilyen nappal számolhatunk ebben a hónapban.

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

100,5 mm Parád Óhuta (Heves megye) szeptember 10.

Október. Országsszerte több fokkal hűvösebb volt ez a hónap a sokéves átlagnál. A Dunántúlon $1\text{--}2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal maradt el a havi középhőmérséklet a szokásostól, míg hazánk keleti részében az átlagtól való eltérés a $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot is megközelítette. Az országos napi átlaghőmérséklet szinte egész hónapban az 1971–2000-es átlag alatt maradt, a legnagyobb különbség 9-én jelentkezett, mintegy $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Csupán 24-én és 25-én volt melegebb a szokásosnál, amikor melegfronti hatásra átmenetileg erősödött a nappali felmelegedés. A 28-ától kezdődő hőmér-



1. ábra. Az ősz középhőmérséklete ($^{\circ}\text{C}$)



2. ábra. Az ősz csapadékösszege (mm)

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

27,3 $^{\circ}\text{C}$ Szeged külterület (Csongrád megye) szeptember 16.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

1,2 $^{\circ}\text{C}$ Nagy-Hideg-hegy (Pest megye) szeptember 30.

A havi csapadékösszeg országsszerte meghaladta az ilyenkor szokásos mennyiséget, nagy területen a sokéves átlag kétszerese is lehullott. A Duna-Tisza között háromszoros mennyiségeket regisztráltunk, de déli részén négyszeres, sőt ötszörös értékek is előfordultak. A hónapban 5 napon haladta meg a napi csapadékösszeg a 10 mm -t országos átlagban. A kimagasló értékek mediterrán ciklonok átvonuló felhő- és csapadékrendszeréhez kapcsolódóan jelentkeztek. 10-e volt a legcsapadékosabb nap, amikor mintegy 24 mm eső hullott országos átlagban. Ezen a napon több állomásról is 40 mm fölötti csapadékról kaptunk jelentést, Parád Óhuta állomásunkon megdőlt a napi csapadékösszeg rekordja is, itt $100,5\text{ mm}$ -t mértek.

A csapadék küszöbnapok is az átlagosnál esősebb időjárásra utalnak. A hónapban országos átlagban 14 napon esett, ami 6-tal több a szokásosnál, de az 1, 5, 10 és 20 mm -t meghaladó csapadéku napok száma is átlag felettinek bizonyult.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

270,9 mm Kékestető (Heves megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

53,9 mm Derecske (Hajdú-Bihar megye)

séklet-emelkedés a hónap utolsó napjára átlag körüli értéket eredményezett.

Október 9-ével beköszöntöttek az első fagyok. Átlagosan 6 fagyos napot számoltunk a hónapban, ami 3-mal több a sokéves átlagnál.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

19,9 $^{\circ}\text{C}$ Körösszakál (Hajdú-Bihar megye) október 6.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-7,4 $^{\circ}\text{C}$ Zabar (Nógrád megye) október 28.

Hazánk nagy részét októberben a szokásosnál szárazabb időjárás jellemezte, különösen az északkeleti országrészt, ahol az átlagos csapadékmennyiség alig egyötöde hullott le ebben a hónapban. Csapadékosabbnak a Kisalföld vidéke, Pest és Baranya megye térsége, valamint az Alföld délkeleti része adódott, de általában ezeken a területeken is legfeljebb az átlagos havi összeg 130% -a hullott le. Az országos átlagban vett napi csapadékösszegek is a szokásosnál szárazabb időjárásra utalnak, idén októberben 14 napon egyáltalán nem regisztráltunk csapadékot mérőhálózatunkban. Kiemelkedő mennyiség 15-én jelentkezett, amikor egy mediterrán ciklon átvonulásával 20 mm körüli összegek hullottak az ország északnyugati felében, illetve Pest és Baranya megyében.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

96,4 mm Alsószentmárton (Baranya megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

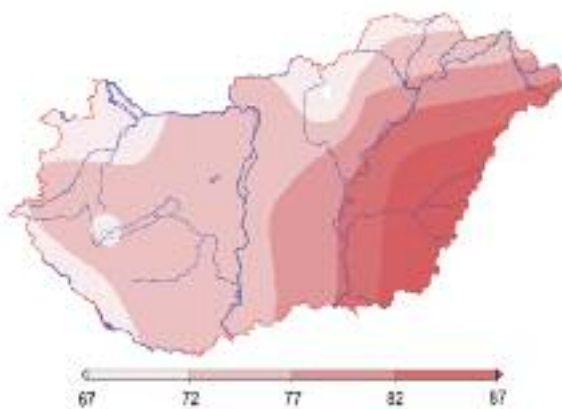
5,8 mm Lácacséke (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

43,4 mm Pécs Pogány (Baranya megye) október 5.

November. Országszerte több fokkal enyhébb időjárás jellemezte az idei novembert. A legkisebb eltérés, +2–3 °C az ország északnyugati csücskében rajzolódott ki, a nagyobb értékek a keleti országrészben jelentek meg. A tisztán nyugat-keleti elrendeződést a Dunántúli-középhegység és a Mecsek térsége törte csak meg, a Dunántúlon jellemző +3–+3,5 °C-os értékek közül a két régió kimagaslott +4 °C körüli értékeivel. A legnagyobb eltérés közel +5 °C volt, mely a Körösök vidékén jelent meg. A hónap elejétől kezdve egészen 24-ig az országos napi középhőmérséklet magasabb volt a sokéves átlagnál. A legmelegebb nap az 5-e volt, amikor országos átlagban több mint 12 °C volt jellemző. A legnagyobb különbség mégis 15-én jelentkezett, amikor a napi középhőmérséklet mintegy 7,5 °C-kal haladta meg az ilyenkor szokásos értéket. 22-én markáns lehűlés kezdődött, mely a hónap végére már átlag alatti értékeket eredményezett.

Az enyhe időjárás a hideg küszöbnapok számában is vissza-



3. ábra. Az őszi globális sugárzás összege (kJ/cm²)

köszönt, fagyos naphól a szokásos 12 helyett 5-öt számláltunk, és a szokásos egy téli nap is elmaradt az idei novemberben.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

23,1 °C Körösszakál (Hajdú-Bihar megye) november 16.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

-10,7 °C Szombathely (Vas megye) november 30.

A novemberi csapadékösszeg az ország túlnyomó részén átlagosnak bizonyult. A szokásosnál szárazabb terület csak a Dunántúl déli részén jelent meg, de a sokéves átlagos novemberi csapadékhozam legalább 80%-a itt is lehullott. Az átlagnál nedvesebb az ország keleti fele volt, ebben a régióban másfélszeres, kis területen kétszeres összegek jelentkeztek. Kimagasló napi csapadékösszegek országos átlagban először a hónap elején jelentkeztek, 8-án, 9-én és 10-én, mindhárom alkalommal 7 mm körüli értékkel. Majd a hónap utolsó harmadában, 22-én, 26-án és 28-án ennél is nagyobb mennyiségek jellemezték az országos csapadékviszonyokat: az átlagos összeg mindhárom napon elérte a 10 mm-t, 28-án a 17 mm-t is meghaladta. 22-én az Északi-középhegység térségében 30 mm-t meghaladó csapadékösszeget regisztráltunk, Kékestető állomásunkon mintegy 62 mm eső hullott, mellyel a mérőhelyen megdőlt a napi csapadékrekord. 28-án Hidegkúton is megdőlt a napi csapadékrekord, 52 mm csapadékról érkezett jelentés.

Novemberben átlagosan 11 napon regisztráltunk csapadékot, ami eggyel több a szokásos értéknél. Az első hó november 21-én hullott le, Bakonyzücs Kőrishegy és Telkibánya állomá-



4. ábra. Az őszi napi középhőmérsékletei és a sokéves átlag (°C)

sainkról is ezen a napon érkezett először jelentés havazásról. Országos átlagban 2 napon havazott a hónapban.

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

147,1 mm Nagy-Hideg-hegy (Pest megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

36,6 mm Kiszombor (Csongrád megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

61,5 mm Kékestető (Heves megye) november 22.

2010. őszi időjárási adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évsz. össz.	Eltérés	Évsz. közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évsz. össz.	Átlag %-ban	1 mm-napok sz.	Viharos napok
Szombathely	363	-30	9,5	-0,1	23,0	2010. 09. 15.	-10,7	2010. 11. 30.	223	147	23	3
Nagykanizsa	-	-	9,6	-0,2	23,1	2010. 09. 24.	-5,1	2010. 11. 26.	291	159	29	2
Siófok	380	-61	11,0	0	24,5	2010. 09. 24.	-1,2	2010. 10. 28.	239	172	24	10
Pécs	387	-66	10,5	-0,5	23,5	2010. 09. 04.	-2,2	2010. 11. 28.	288	205	32	2
Budapest	391	-30	10,4	-0,4	23,0	2010. 09. 24.	-2,4	2010. 11. 28.	250	199	23	2
Miskolc	427	51	9,8	0,4	23,1	2010. 09. 13.	-3,6	2010. 11. 30.	270	228	26	3
Kékestető	343	-115	5,6	-0,6	15,4	2010. 09. 24.	-8,6	2010. 11. 30.	433	217	28	27
Szolnok	406	37	10,7	0,2	24,9	2010. 09. 24.	-3,7	2010. 11. 28.	160	157	22	-
Szeged	451	-8	11,0	0,2	27,3	2010. 09. 16.	-2,4	2010. 10. 29.	199	197	28	5
Nyíregyháza	-	-	10,0	0,3	23,2	2010. 09. 24.	-4,0	2010. 10. 28.	172	149	26	9
Debrecen	456	25	10,3	0,1	24,1	2010. 09. 09.	-3,5	2010. 11. 28.	182	160	26	2

AZ 55. ÉVFOLYAM (2010) SZERZŐI

AUTHORS OF VOLUME 55 (2010)

Ács Ferenc, Breuer Hajnalka, Szelepcsényi Zoltán és Kozma Imre: Köppen és Holdridge éghajlati osztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison	102	Maller Aranka: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	35
Ács Ferenc, Szelepcsényi Zoltán és Breuer Hajnalka: Köppen és Thornthwaite éghajlat-osztályozásának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison	93	Mezősi Miklós és Dunkel Zoltán: Interjú dr. Ambrózy Pállal	26
Anda Angéla: Az agrometeorológiai oktatás helyzete	154	Mezősi Miklós: 100 éve történt	13
Balogh Beáta: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	129	Mezősi Miklós: Évfordulók – 2010	125
Balogh Beáta: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	170	Móring Andrea: 15 éves a Schenzl Guidó díj és a Pro Meteorologia emléklapett – beszámoló a Meteorológiai Világnap ünnepségéről	23
Buránszkiné Sallai Márta és Wantuchné Dobi Ildikó: A meteorológiai szolgáltatások fejlődése a Meteorológiai Világszervezet 60 éve alatt	15	Móring Andrea: 2009/2010 telének időjárása	36
Byrne, Anthony (Írország): Hajnali pára (Címlapkép)	1	Móring Andrea: 2010 őszenek időjárása	172
Czelnai Rudolf: A klímaügy és a meteorológus tudományos közösség	63	Móring Andrea: A 2009. év időjárása	36
Dunkel Zoltán és Sáhó Ágnes: Egy rendhagyó riport a magyar meteorológia nagy öregjével, Zách Alfrédal	77	Németh Ákos: 2010 tavaszának időjárása	86
Fövényi Attila: Könyvismertető, Behringer: A klíma kultúrtörténete	152	Németh Ákos: 2010 nyarának időjárása	130
Haszpra Tímea: Mit gondolnak a meteorológiai más természettudományokkal foglalkozók?	164	Puskás János: 2. Szőlő és klíma konferencia Kőszegen	136
Horányi András: Készülő vihar (Címlapkép)	89	Puskás Márta: 140 éves az Országos Meteorológiai Szolgálat	11
Horváth László: Mészáros Ernő 75.	33	Szépszó Gabriella és Horányi András: Hozzászólás „Jánosi Imre: előrejelzés és döntéshozatal: mennyit segítenek a tudományos módszerek?” című cikkéhez	56
Jánosi Imre: Előrejelzés és döntéshozatal: mennyit segítenek a tudományos módszerek?	49	Szerkesztői üzenet: 2010. év szerzőinek betűrendes mutatója	174
Jenki Szilvia: Viharos út (Címlapkép)	45	Szerkesztői üzenet: A Magyar Meteorológiai Társaság felhívása	169
Kántor Noémi, Gulyás Ágnes és Unger János: Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben – I. rész	108	Szerkesztői üzenet: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	85
Kántor Noémi, Gulyás Ágnes, Égerházi Lilla és Unger János: Komplex humánkomfort vizsgálatok városi környezetben – II. rész	57	Szerkesztői üzenet: A Magyar Meteorológiai Társaság hírei	5
Krúzselyi Ilona, Szépszó Gabriella és Horányi András: A magyarországi éghajlatváltozásról modellező szemmel	58	Szerkesztői üzenet: Beköszöntő	4
Major György: A klímaügy és a meteorológus tudományos közösség III.	69	Szerkesztői üzenet: Köszönetnyilvánítás	
Major György: Mennyire ismerjük a napállandót és a Föld albedóját?	7	Szerkesztői üzenet: Pályázati felhívás „Dévényi Dezső numerikus prognosztikai emlékérem”	169
Maller Aranka Judit: Közvélemény-felmérés klímaügyben. Klímaügy és a meteorológus tudományos közösség II.	67	Szerkesztői üzenet: Nagy Sándor 1946–2010	70
		Szerkesztői üzenet: Tar Károly MTESZ Díjat kapott	134
		Szerkesztői üzenet: Tél a Marczell György Főobszervatóriumban (Címlapkép)	133
		Tóth Katalin: Kislexikon	35
		Tóth Katalin: Kislexikon	84
		Tóth Katalin: Kislexikon	129
		Tóth Katalin: Kislexikon	169
		Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége	137
		Varga Miklós: Történelmi arcképek – Buys Ballot	175
		Wirth Endre: Öngerjesztő, de szabályozott melegedés (Arrhenius-tól a globális termosztátig)	147

TÖRTÉNELMI ARCKÉPEK

HISTORICAL PORTRAITS

Varga Miklós

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1, varga.miklos@met.hu

Christophorus Hendricus Diedericus BUYS BALLOT

Holland vegyész és meteorológus, a róla elnevezett *Buys-Ballot szabály* felfedezője.

1817. október 10. (Kloetinge) – 1890. február 3. (Utrecht)



Az Utrechti Egyetemen (akkoriban főiskola: *Hogeshool*) természettudományokat és irodalmat hallgatott. Doktori fokozatot szerzett 1844-ben ugyanott fizikából és kémiából. 1847-ben a mennyiségtan, majd 1870-ben a kísérleti fizika tanára lett. 1867-ben a fizika professzora lett haláláig. 1854-ben megalapította a Holland Királyi Meteorológiai Intézetet, melynek igazgatója volt. Róla nevezték el a szélirányra vonatkozó törvényt, amely szerint, ha az északi féltekén a talajmenti légáramlással együtt haladunk, balra előre van az alacsony nyomás, és jobbra hátra a magas nyomás. Empirikusan ismerte fel a törvényt, nem tudva, hogy *William Fersel* amerikai meteorológus elméletileg már levezette azt. Európában elsőként ő vezette be a viharjelzést, és Hollandiában viharjelző hálózatot szervezett. A nemzetközi észlelések egyöntetűségének előmozdításával szerzett érdemeket. 1873 – 1879 között az IMO (*International Meteorological Organization* – Nemzetközi Meteorológiai Szervezet) első elnöke volt. Fő kutatási területe a meteorológiában a hosszú távú idősorokban mutatkozó szabályszerűségek vizsgálata volt. Elsősorban az ismétlődések megállapítására törekedett, nem azok magyarázatára. Kidolgozott egy táblázatos módszert a periodicitások kimutatására, aminek segítségével ki lehetett mutatni a naptevékenység változásait az 1729–1846-os holland hőmérséklet-adatokban. 1971-ben egy Hold-krátert neveztek el tiszteletére.

